4°

Die Orthoröntgenographie.

Anleitung

zum Arbeiten mit parallelen Röntgenstrahlen.

Mit 32 Abbildungen.

Von

Dr. Franz M. Groedel

Bad-Nauheim.

LIBRARY

MÜNCHEN
J. F. LEHMANN'S VERLAG
1908.

J. F. LEHMANN's Verlag in MÜNCHEN.

Im Sommer 1908 kommt zur Ausgabe:

Atlas und Grundriss

der

Röntgendiagnostik in der inneren Medizin.

Bearbeitet von

Professor Dr. Beck, New-York. — **Professor Dr. Brauer**, Marburg. — **Dr. Franz M. Groedel**, Bad-Nauheim. — **Dr. Georg Fedor Haenisch**, Hamburg. — **Professor Dr. Friedrich Jamin**, Erlangen. — **Dr. Alban Koehler**, Wiesbaden. — **Professor Dr. Paul Krause**, Jena. — **Professor Dr. Gustav Spiess**, Frankfurt a. M. **Privatdoz. Dr. med. et phil. Anton Steyrer**, Berlin.

Herausgegeben von **Dr. med. Franz M. Groedel.**

Preis gebunden zirka Mk. 24.—.

(Lehmann's medizinische Atlanten in 4° Band VII.)

Das Werk gibt einen vollständigen Ueberblick über die Leistungen der **Röntgenologie in der inneren Medizin.** Durch die Mitarbeit einer Reihe hervorragender Autoritäten auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und namhafter Internisten ist hier ein Werk geschaffen, das zugleich dem Fachmann als Nachschlagewerk, dem praktischen Arzte und Anfänger auf diesem Gebiete als treffliches Lehrbuch vorzügliche Dienste leisten wird.

Die Orthodiagraphie.

Ein Lehrbuch für Aerzte

von

Dr. Karl Francke

Spezialarzt für innere Leiden in München.

Mit 75 Abbildungen und 3 Tafeln.

Preis geheftet Mk. 4.—, gebunden Mk. 5.—.

... Mit echt deutscher Gründlichkeit hat Francke die Aufgabe, die er sich stellte, durchgeführt. Die von ihm mitgeteilten, in Tabellen aufgezeichneten Daten über die Grössen normaler und pathologisch veränderter Organe, unter den verschiedensten Bedingungen ermittelt, die Ergebnisse einer ungeheuren Arbeit, müssen für die Zukunft jedem Kliniker als Basis für eingehende Untersuchungen der Erkrankungen der Brustorgane, als willkommener Ausgangspunkt neuer Forschungen dienen. Dr. Francke verdient für sein wertvolles, in jeder Beziehung als Standard work zu bezeichnendes Buch den wärmsten Dank aller Fachkreise. *Wiener mediz. Wochenschrift Nr. 42. 13. 10. 06.*

Die
Orthoröntgenographie.

Anleitung

zum Arbeiten mit parallelen Röntgenstrahlen.

Mit 32 Abbildungen.

Von

Dr. Franz M. Groedel

Bad-Nauheim.

COLLEGE
LIBRARY

MÜNCHEN
J. F. LEHMANN'S VERLAG
1908.

Alle Rechte, insbesondere das der Uebersetzung vorbehalten.

Vorwort.

Die Notwendigkeit der monographischen Behandlung der orthoröntgenographischen und orthoröntgenoskopischen Technik mag vielleicht zweifelhaft erscheinen in Anbetracht der zahlreichen und umfassenden Lehrbücher der Röntgentechnik. Auch existieren bereits zwei kleinere Schriften über die Orthodiagraphie. Wenn ich mich trotzdem entschliesse, hier die Technik der Anwendung paralleler Röntgenstrahlen ausführlich zu behandeln, so geschieht dies auf Drängen vieler Kollegen, denen die in der Literatur gegebenen Anleitungen nicht ausführlich genug sind.

Gerade die Orthoröntgenographie und besonders die Orthodiagraphie sind von unschätzbarem Werte für die innere Medizin. Ihre Verwendung kann aber nur dann einwandsfreie Resultate zeitigen, wenn der Untersucher die Technik wirklich beherrscht. Voraussetzung für die erfolgreiche Ausübung der Orthoröntgenographie ist natürlich eine vollkommene Ausbildung in der Röntgentechnik überhaupt und die Schulung des Auges für die Röntgenoskopie. Alles nähere hierüber ist in den bekannten Lehrbüchern zum Beispiel von Albers-Schönberg, Gocht, Donath u. a. zu finden. Im folgenden soll nur die spezielle Technik der Anwendung der parallelen Röntgenstrahlen behandelt werden.

Bad-Nauheim, April 1908.

Dr. Franz M. Groedel.

Inhalt.

Seite

Vorwort 4
Zentralprojektion 5
Parallelprojektion 6
Historische Vorbemerkungen . . 7
Prinzip der Orthodiagraphie . . 8
Horizontalorthodiagraph . . . 9
Zentrieren desselben . . . 10
Arbeiten mit demselben . . 10
Vertikalorthodiagraph 11
Aufbau des Apparates . . . 14
Zeichenebene 16
Uebertragung des Orthodiagrammes 16
Topographische Orientierung in demselben 17
Führungsstift 18
Paralleloskiagraphie 19
Fixiervorrichtungen 19
Röhrenbefestigung 21
Zentrieren 23
der Röhre 24
des Orthodiagraphen . . 26
Orthodiagraphische Technik . . 30
Einrichtung des Laboratoriums 30
Röhrenfrage 30
Belastung 31
Erdung 32
Herzorthodiagraphie 32
Im Stehen 34
Im Sitzen 35
Paralleloskiagraphische Technik 39
Frontalorthodiagraphie . . . 42
Orthodiagraphie im Liegen . 43
Orthodiagraphie in Seitenlage 46

Seite

Ausmessung der Herzorthodiagramme 46
Normalmasse der Horizontalorthodiagramme 50
Normalmasse der Vertikalorthodiagramme 53
Normalmasse der Orthodiagramme von Kindern . . 56
Herzform und Gestalt der einzelnen Herzbogen 57
Pathologische Formveränderung dieser 59
Lungenorthodiagraphie 60
Studium der Atmung mittels derselben 61
Orthodiagraphie der Baucheingeweide 61
Vorbereitung des Patienten . 63
Magenorthodiagraphie . . . 63
Form, Lage und Grösse des normalen Magens . . . 64
Untersuchung des Dickdarms 65
Untersuchung des Oesophagus 66
Die orthophotographischen Verfahren 66
Die Orthophotographie nach Immelmann 66
Die Spaltblendenaufnahmen nach Albers-Schönberg . 67
Die Teleröntgenographie nach Köhler 68
Vorrichtung für die Teleröntgenographie . . . 70
Expositionszeiten . . . 72
Resumee 74
Literatur 76

Die Röntgenstrahlen gehen bekanntlich von der Antikathode der Röntgenröhre aus radienförmig in den Raum. Sie haben daher die allen divergenden Strahlen gemeinsamen Eigenschaften: Das durch sie entworfene Schattenbild eines Körpers wird vergrössert, und zwar um so mehr, je näher die Röntgenröhre dem zu projizierenden Körper steht und je weiter dieser von der Projektionsebene entfernt ist. Von der

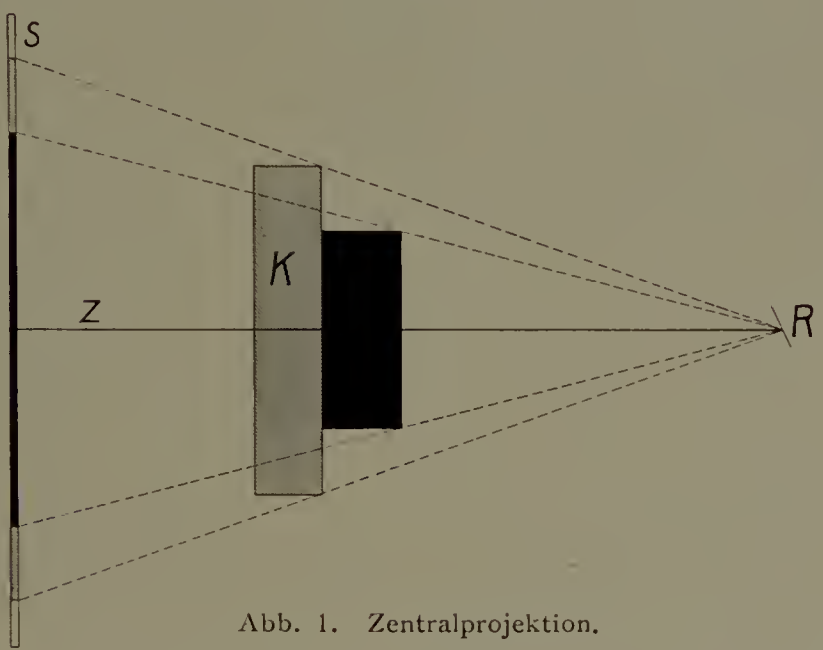

Abb. 1. Zentralprojektion.

Stellung der Lichtquelle zur Mitte des Objektes ist es abhängig, ob und in welcher Weise die Schattensilhouette verzeichnet wird. Abbildung 1 stellt eine Zentralprojektion dar. Die verschiedenen Projektionsmöglichkeiten kann man sich aus ihr leicht ableiten. Die Projektionsverhältnisse bei orthogonal-parallel auftreffenden Strahlen zeigt Abbildung 2.

Die ZENTRALPROJIZIERTEN RÖNTGENBILDER (Schirm- oder Plattenaufnahmen) genügen vollkommen, solange es nur gilt, die Umrisse eines Organes zu erkennen, seine Bewegungen zu studieren, grössere Lageveränderungen festzustellen, oder aus dem Wechsel der Schattenintensität einen Schluss auf anatomische Veränderungen zu ziehen. Wollen wir aber eine genaue Bestimmung der Form, Lage oder gar Grösse eines Organes vornehmen, so reicht dieses Verfahren nicht mehr aus.

Zwar wäre es möglich, die Untersuchung stets unter den gleichen Verhältnissen vorzunehmen. Man könnte immer den gleichen Röhrenabstand wählen und den Röhrenfokus auf bestimmte Körperpunkte einstellen. Diese Anordnung für die Untersuchung war auch in der Tat eine Zeit lang in Gebrauch. Dabei haben sich aber mannigfache Schwierigkeiten ergeben. Die Einstellungs- resp. Normalpunkte, auf die man einstellen muss, liegen beim einzelnen Menschen recht verschieden. Misst man, wie dies ja nicht anders möglich, den Röhrenabstand von der Projektionsfläche aus, so liegen die projizierten Organe keineswegs immer gleichweit von ihr entfernt. Je nach der Körperform, der Körperdicke und der Entwicklung der Muskeln und des Fettgewebes ergeben sich recht verschiedene Masse.

Diese und viele andere Uebelstände haben daher schon sehr bald dazu geführt, andere Verfahren zu suchen. Sie alle hatten das eine Ziel, PARALLEL PROJIZIERTE RÖNTGENBILDER zu erzeugen.

Wohl der erste praktisch verwertbare Vorschlag in dieser Beziehung stammt von Rosenfeld. Er befestigte eine Bleiplatte vor der Röntgenröhre. Der Schattenrand dieser Platte sollte mit denen des zu messenden Organes nacheinander zur Deckung gebracht und die hierzu notwendige Verschiebung des Patienten gemessen werden. Aehnlich war die von Payne gewählte Anordnung. Bei ihm befand sich jedoch der schattengebende Körper — ein Bleidraht — zwischen Patient und Leuchtschirm. Einen grossen Fortschritt bedeutete der, wie es scheint, in der Literatur meist unterschätzte Vorschlag von Levy-Dorn, als Marke eine Lücke in dem Leuchtschirme

zu benutzen und zugleich durch sie hindurch auf die Haut des Patienten zu zeichnen.

So war man der Lösung des Problems schon bedeutend näher gekommen. Während man bis dahin nur allgemein verlangte, „dass sich jeder Teil eines Körpers, der im Augenblick mit Röntgenstrahlen durchmustert werden soll, in der Lichtachse befinden muss“ (Gocht, Handbuch, erste Auflage 1899) konnte Levy-Dorn bereits auf dem Karlsbader Kongress 1899 auf die Vorteile der Grössenbestimmung des Herzens „mit parallel und senkrecht einfallenden Strahlen“ hinweisen.

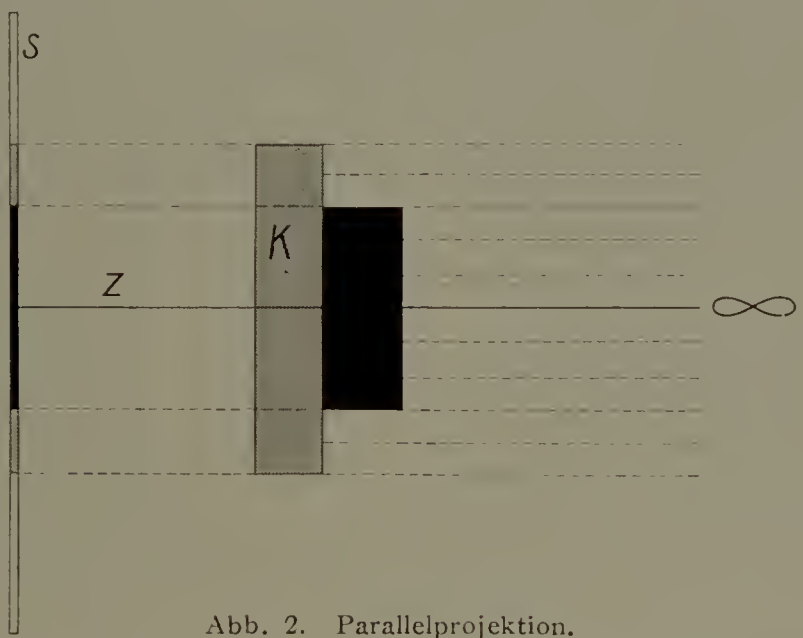

Abb. 2. Parallelprojektion.

Aber noch fehlte uns eine Vorrichtung, derartige Messungen exakt und bequem auszuführen. Das grosse Verdienst, den ersten praktisch wirklich brauchbaren Apparat konstruiert zu haben, gebührt Moritz. In seiner ersten Arbeit über diesen Gegenstand (1900) — „Eine Methode, um beim Röntgenverfahren aus dem Schattenbilde eines Gegenstandes dessen wahre Grösse zu ermitteln (Orthodiagraphie) und die exakte Bestimmung der Herzgrösse nach diesem Verfahren,“ hat er den Orthodiagraphen zum erstenmal beschrieben. Auf dem Kongress für innere Medizin im Jahre 1901 und weiter in einer langen Reihe von Artikeln hat er dann seinen Apparat

und die Methode wiederholt geschildert und ihren Wert für die innere Medizin dargelegt.

Ein Nachteil haftete aber diesem ersten, etwas schwerfälligen — so sagt Albers-Schönberg in seiner Röntgentechnik — Apparat noch an. Er konnte nur für Untersuchungen im Liegen verwandt werden. Von den Nachteilen der Orthodiagraphie im Liegen und den Vorteilen der Aufnahmen im Stehen soll später noch kurz die Rede sein. Am deutlichsten kam auf jeden Fall das Bedürfnis für einen Vertikalorthodiagraphen zum Ausdruck in der grossen Anzahl neuer Konstruktionen, welche seit Einführung der Orthodiagraphie beschrieben worden sind. Beinahe jede Firma, welche Röntgenapparate herstellt, hat einen besonderen Typ des Vertikalorthodiagraphen. Den Ansprüchen der Orthodiagraphie genügt aber kaum einer vollkommen. Erst an dem Levy-Dornschen Apparat wurde eine sichere und ruhige Zwangsführung von Schirm und Röhre in der Vertikalebene erreicht.

Bevor ich zur Beschreibung der einzelnen Orthodiagraphen übergehe, muss ich etwas näher das PRINZIP DER ORTHODIAGRAPHIE erörtern. Wie oben erwähnt, hatte Levy-Dorn die Forderung aufgestellt, Grössenbestimmungen mit Röntgenstrahlen nur bei parallel und senkrecht einfallenden Strahlen vorzunehmen. Moritz hat die hierfür notwendige Technik treffend mit den Worten geschildert: „Man hat nichts weiter nötig, als aus dem ganzen Strahlenbündel, das von der Antikathode ausgeht, einen bestimmten, und zwar den senkrecht zum Projektionsschirm gerichteten Strahl in geeigneter Weise kenntlich zu machen und nur mit diesem einen Strahl die aufzunehmenden Punkte des aufzunehmenden Gegenstandes auf den Schirm zu projizieren und dort zu bezeichnen". In einer etwas späteren Arbeit schildert Levy-Dorn das Wesen der Orthodiagraphie folgendermassen: „Wer den von der Antikathode senkrecht auf einen Fluoreszensschirm fallenden Strahl markiert, Objekt und Projektionsfläche daran vorbei führt, oder umgekehrt diese letzteren in Ruhe lässt und Rohr und Lotmarke verschiebt, indem er jedesmal den Schnittpunkt der Senkrechten mit der Projektionsfläche fixiert, sobald

ein interessierender Teil des Objektes von derselben getroffen wird, der treibt Orthodiagraphie."

Ich möchte eine Definition der Orthodiagraphie etwa folgendermassen geben: Die Orthodiagraphie ermöglicht uns, mit parallelen Röntgenstrahlen projizierte Körperumrisse aufzuzeichnen. An allen Apparaten, welche zu diesem Zwecke benutzt werden sollen, sind Röntgenröhre und Schirm zwangsläufig beweglich, und zwar in allen Richtungen zweier zueinander parallelen Ebenen. Die Befestigung von Röhre und Schirm ist derart, dass die von ihnen beschriebenen Bahnen vollkommen kongruent sind. Aus dem von der Röhre ausgehenden Strahlenbündel ist der einzige, senkrecht auf den Schirm auffallende Strahl durch eine Marke kenntlich gemacht. Diese Marke wird um den zu messenden Körper herum geführt, d. h. sie wird mit verschiedenen Stellen des Schattenrandes des betreffenden Körpers zur Deckung gebracht und der hierbei beschriebene Weg aufgezeichnet.

Sehen wir nun zunächst, in welcher Weise Moritz den Forderungen einer Parallel-Röntgenprojektion an seinem HORIZONTAL-ORTHODIAGRAPHEN gerecht geworden ist. Sein Apparat besteht im wesentlichen aus zwei Teilen, dem Tisch und einem Rahmen, welcher die Tischplatte umgreift. Ueber den Tisch ist nicht viel zu sagen. Er gleicht den bekannten in der Röntgentechnik gebräuchlichen, deren Platte durch einen mit Segeltuch bespannten Rahmen ersetzt ist. An seinen Längsseiten befindet sich je ein Barren, bestehend aus zwei Streben, die durch eine horizontale Stange verbunden sind. Die letztere ist mit einem vernickelten Rohre umkleidet, und wird als Walze benutzt. Der Rahmen dient zur Befestigung der Röhre und des Schirmes. Er besteht aus einem unter und einem über dem Tische befindlichen Teile, die durch zwei Seitenteile derart verbunden sind, dass das Ganze ein Rechteck darstellt. Der obere Teil selbst stellt wieder ein Rechteck dar, dessen längere Seiten aus je zwei Metallwalzen bestehen, die in der Längsrichtung vereinigt sind, während die kürzeren Seiten durch Holzstäbe gebildet werden. Dieses Rechteck ruht mit seinen Walzen auf den Längswalzen der Barren, und kann daher leicht in der Längs- und Quer-

richtung des Tisches verschoben werden, weniger leicht und meist unter unangenehmem Reibegeräusch in den dazwischen liegenden Richtungen. In der Mitte des eben beschriebenen Rahmenteiles ist ein kleiner Leuchtschirm befestigt, dessen Mittelpunkt durchbohrt ist. Mit einem über dem Schirme aufgehängten Schreibstifte kann man durch diese Lücke hindurch schreiben. Die beiden Seitenteile verbinden das obere Rechteck mit dem unter dem Tische befindlichen Teil des Rahmens. Es besteht dieser aus einer flachen Holzleiste, die in der Mitte eine einfache Vorrichtung zur Aufnahme der Röntgenröhre trägt. Aus dieser Schilderung ist wohl zur Genüge zu ersehen, in welcher Weise der Rahmen und mit ihm Schirm und Röhre beweglich sind.

Wenn nun auch die Röhre und die Mitte des Schirmes genau in den Mittelpunkt der beiden Teile eingestellt sind, so ist hiermit doch noch nicht gesagt, dass der senkrecht auf den Schirm fallende Röntgenstrahl mit der Durchbohrung des Schirmes, der Normal- oder Zentralmarke, zusammenfällt. Der Apparat muss erst zentriert werden.

Unter „Zentrieren des Orthodiagraphen“ verstehen wir die genaue senkrechte Einstellung der Normalmarke über den Brennpunkt der Röhre und die Einstellung des Schreibstiftes in die Verbindungslinie dieser beiden Punkte, die wir Normalstrahl oder besser Zentralstrahl nennen. Es soll diese Frage später noch ausführlicher behandelt werden.

Am Moritzschen Apparat wird das Zentrieren in der Weise ausgeführt, dass ein in einem Metallring hängendes Lot auf die Tischplatte gestellt wird und nun der kleine Fluoreszensschirm und der Schreibstift bei eingeschalteter Röhre so lange verschoben werden, bis die verschiedenen Schatten sich decken, d. h. bis auf dem Schirme nur ein kreisförmiger Schatten mit einem Punkt in der Mitte erscheint.

Es sei hier gleich kurz die Ausführung der Orthodiagraphie mit diesem Apparate geschildert. Der Patient legt sich vollkommen flach auf den Tisch zwischen die Barren. Diese werden soweit heruntergeschraubt, dass das obere Rechteck des Rahmens die Brust beinahe berührt. Der Untersucher steht am Kopfende des Tisches über den Patienten gebeugt

und führt mit beiden Händen den Rahmen. Nach Einschaltung der Röhre wird durch Verschieben des Rahmens die Zentralmarke mit verschiedenen Stellen des Herzschattenrandes zur Deckung gebracht und jedesmal mit der Schreibvorrichtung auf die Brust punktiert. Eventuell kann man zwischen Körper und Schirm auch ein Pauspapier aufspannen und auf dieses schreiben.

Auch an den verschiedenen VERTIKALORTHODIAGRAPHEN finden wir das Grundprinzip des Moritzschen Horizontalorthodiagraphen wieder — die U-förmige Verbindung von Röhre und Schirm. Während aber bei dem Moritzschen Tisch die technische Frage relativ leicht zu lösen war, machte dies bei den Vertikalapparaten sehr grosse Schwierigkeiten. Hier machten sich technische Unvollkommenheiten, die bei dem Horizontalorthodiagraphen ja auch bestanden, aber nicht so störend wirkten, sehr unangenehm bemerkbar. Vor allem sind die mit diesen Apparaten gemachten Aufnahmen nichts weniger als einwandsfrei. Es erübrigt sich daher wohl auch eine Besprechung der verschiedenen Vertikalorthodiagraphen, die vor und nach dem Levy-Dornschen Apparat konstruiert worden sind, da vor ihrer Verwendung nur gewarnt werden kann. Wenn wir schon Röntgenbilder ausmessen wollen oder die genaue topographische Lage eines Organes aus dem Röntgenbilde ablesen wollen, dann müssen wir über eine exakte Methode und einen zuverlässigen Apparat verfügen. Einen solchen hat wie erwähnt, Levy-Dorn im VIII. Band der Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen beschrieben.

Ich will nur das Wesentliche und Neue des Apparates hervorheben. Während bei den übrigen Vertikalorthodiagraphen die allseitige Verschiebung von Röhre und Schirm in je einer Ebene entweder durch zwei Gelenke, also nur durch Drehbewegungen, oder nur durch Zwangsführungen erzielt wird, benutzt Levy-Dorn die Kombination einer geradlinigen Zwangsführung mit einer Rotationsachse. In einer sog. Kulisse, einem an den beiden Innenflächen der Längsseiten mit Schienen versehenen langgestreckten Rechteck, läuft ein Wagen aus Leichtmetall. Der Wagen ist senkrecht zur Richtung der Geradführung durchbohrt und trägt eine Rotationsachse. Die

letztere dient zugleich als mittlerer Teil des U-förmigen Gestänges. Rechtwinklig an ihren beiden Enden sitzen zwei einander parallele Stangen auf, — die freien Schenkel des U, — die der Röhre und dem Schirm zur Befestigung dienen.

Abb. 3. Vertikalorthodiagraph.

Nach der entgegengesetzten Seite geht von der Achse eine dritte Stange ab, welche ein verschiebliches Gewicht trägt, das zum Equilibrieren des Rotations-Gestänges dient. Auf diese Weise hat Levy-Dorn eine äusserst leichte, ruhige und exakte Bewegungsmöglichkeit in der Vertikalebene erreicht.

Zugleich hat er seinen Apparat aber auch für Horizontalaufnahmen verwendbar konstruiert. Die Kulisse sitzt auf einem schweren eisernen Fuss, dessen oberster Teil in einem Gelenke um 90 ° umgekippt werden kann. Hierdurch kommt die Kulisse aus der vertikalen Stellung in die horizontale, gleichzeitig wird damit die Lage des Wagens und der Drehungs-

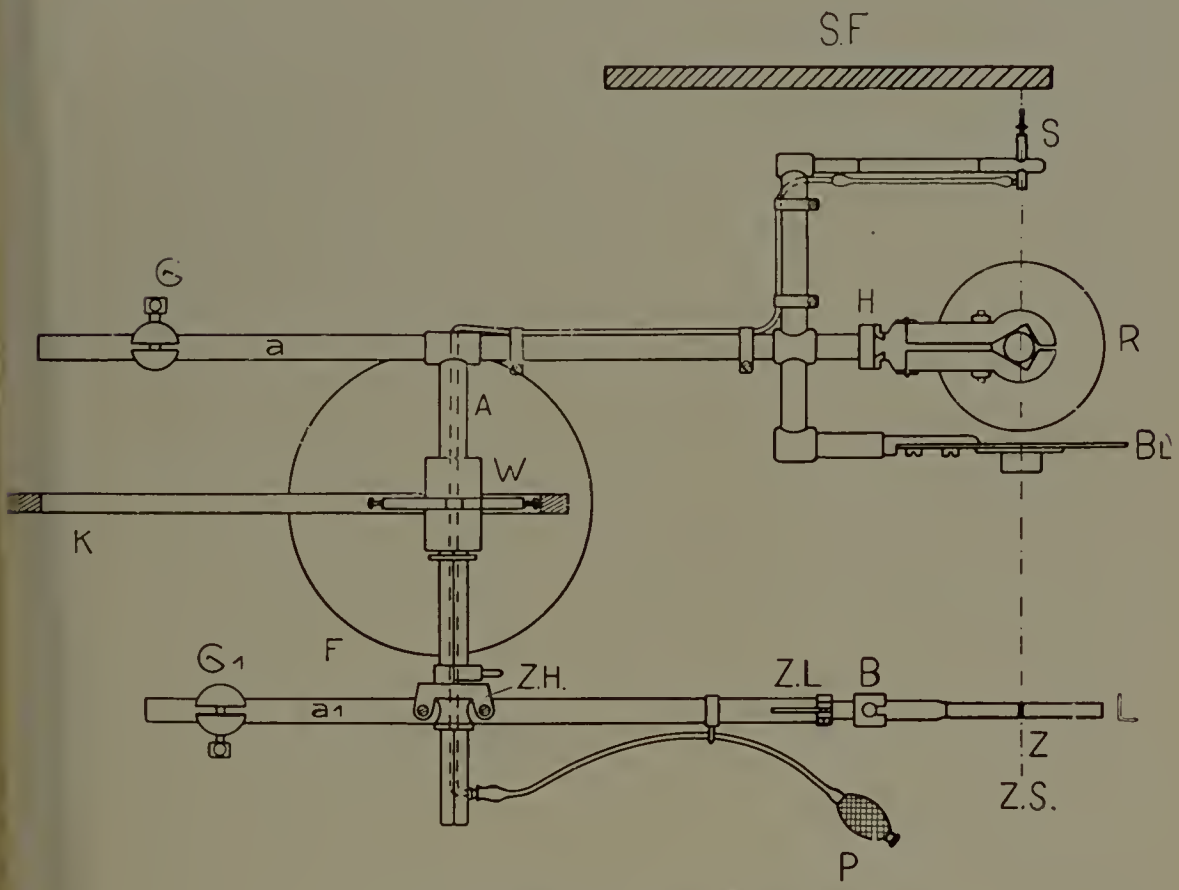

Abb. 4. Skizze zum Vertikalorthodiagraphen.

achse verändert. Während die letztere für gewöhnlich parallel zum Boden verläuft, steht sie nun senkrecht zu diesem.

Ich gehe nicht weiter auf die Einzelheiten des Apparates ein, um Wiederholungen zu vermeiden, da ich nunmehr das neueste Modell dieses Apparates erläutern will, wie er nach meinen Angaben in mehrfacher Weise modifiziert und umgebaut*) worden ist.

*) Hergestellt von der Firma: Reiniger, Gebbert & Schall, Erlangen.

Am leichtesten verständlich wird wohl die Schilderung, wenn wir den allmählichen AUFBAU DES APPARATES verfolgen. In Abbildung 3 sehen wir, dass an dem eigentlichen Fusse des Orthodiagraphen ein Lot angebracht ist. Durch Drehen der drei in der Grundplatte befindlichen Schrauben wird der Fuss unter Kontrolle des Lotes festgestellt. Dann wird mittelst der an der Seite befindlichen Kurbel die aus der Abbildung ersichtliche Spindel in den Fuss eingeschraubt. Letztere trägt das eigentliche Gelenk des Apparates, in dem dieser aus der Vertikalen in die Horizontale gebracht werden kann. Von ihm aus geht nach unten eine kurze starke Eisenstange, an welcher ein grosses Gegengewicht befestigt ist. Nach oben gehen zwei Eisenstäbe, die die Kulisse tragen. In die Kulisse wird der auf 8 in Kugellagern laufenden Rädern ruhende Wagen eingesetzt. Durch eine Sperrvorrichtung wird das im Innern des Wagens befindliche Rotationsgelenk festgestellt. Danach wird der vordere vierkantige Teil der Achse A (vergl. die Skizze Abbildung 4) senkrecht zur Geradführung nach vorne in den Wagen W eingesetzt. Mit einer massiven Manschette wird die Stange a 1 auf die Achse aufgesetzt und an dem rechts (von vorne gesehen) von der Achse gelegenen Teil der Leuchtschirm L in dem Bajonettverschluss B befestigt. Auf den linken Arm wird das Gewicht G 1 aufgeschoben und, sobald es dem Schirme das Gleichgewicht hält, festgestellt. Die Manschette trägt an ihrer unteren Seite eine grosse Flügelschraube. Durch Lockern derselben lässt sich die Stange a 1 mit den an ihr befestigten Teilen leicht auf der Vierkantachse verschieben. Nunmehr wird die Stange a, an der sich einerseits G, andererseits Bl, H, R und S befinden, mit Hilfe des kürzeren nach hinten gerichteten Achsenteiles A in den Wagen W eingefügt und festgeschraubt. Das grosse Gewicht G wird mit einem besonderen Schraubenschlüssel gelockert und solange verschoben, bis der Apparat wieder equilibriert ist. Die am rechten Arm der Stange a befindlichen Teile sind mit diesen fest verbunden. Durch sogen. Spanndrähte, die von diesen Teilen nach der Achse hinziehen, ist ein Durchbiegen der Stange unmöglich gemacht. Bl., die Blende, besteht aus

einer mit Müllerschutzstoff bezogenen Holzscheibe, deren Mittelpunkt gleichweit von der Achse A entfernt ist, wie der Mittelpunkt Z des Schirmes L, der durch eine 2,5 mm grosse Bleimarke kenntlich gemacht ist. Die Blende besitzt einen runden Ausschnitt, dessen Oeffnung durch Vorsetzen verschiedener kurzer Rohrblenden beliebig verändert werden kann. Mit der grössten Blendenöffnung entwirft eine hinter der Blende befestigte Röntgenröhre einen Lichtkreis von der Grösse des Leuchtschirmes. Da dieser mit Bleiglas bedeckt ist, wird der Untersucher infolge der Grösse des Blendenbrettes vollkommen vor den Strahlen geschützt. Denken wir uns nun eine Linie durch die Diaphragmamitte und durch die Zentralmarke Z gezogen, so muss diese, die Lichtachse, parallel zur Achse A verlaufen. Entsprechend dieser Linie muss, wie später gezeigt wird, auch der Zentralstrahl Z S gehen. Hinter der Blende ist die Röhre R derart in den Halter H eingefügt, dass ihr Brennpunkt genau hinter der Mitte des Diaphragmas steht, dass also der Zentralstrahl mit der Lichtachse zusammenfällt. Hierüber und über den Halter weiter unten mehr. In der Skizze sehen wir weiter den Zentralstrahl (so wollen wir die Linie Z S nun schon nennen) nach hinten verlängert und durch die Mitte von S, dem Schreibstift, verlaufen. Ich habe im Gegensatz zu der früher gebräuchlichen Anordnung den Schreibstift vom Schirme getrennt und, wie ja ohne weiteres aus der Zeichnung hervorgeht, so hinter der Röhre R befestigt, dass er in dem Zentralstrahl Z S eingestellt ist. Es ist daher sofort verständlich, dass gerade so wie der Punkt Z und die Mitte der Blende und der Antikathode stets genau symmetrische Bahnen beschreiben, auch die von Z und S beschriebenen Wege vollkommen kongruente Figuren darstellen. Durch einen Druck auf den Ballon P wird, unter Vermittlung der durch die Achse A gelegten und mit dem Schreibstift S verbundenen Schlauchleitung, der Kolben der Schreibvorrichtung herausgeschleudert. Der Kolben trägt am vorderen Ende eine Schrifttype, einen Kreis, ein Kreuz oder dergl., die auch leicht auswechselbar sind. Durch Vorbeistreifen an einem Farbrad wird die Type immer wieder mit frischer Farbe*) versehen und gibt beim Aufschlagen auf

*) Sog. Stempeltinte.

ein an der Schreibfläche SF befestigtes Papier einen guten Abdruck. Die Schreibfläche SF muss derart angebracht sein, dass sie parallel zu den Ebenen steht, in welchen die Punkte S, Z usw., ihre Bahnen beschreiben. Sie ist durch zwei rechtwinklig gebogene Stangen an den beiden, die Kulisse tragenden Eisenstäben befestigt. Durch verschieden starkes Anziehen der Schrauben an diesen Befestigungsstellen kann die Stellung der Schreibfläche korrigiert werden. Um das Papier schnell und bequem aufspannnen zu können, sind oben und unten an der Schreibfläche zwei Rinnen angebracht. In diese wird das Papier mit Metallstäben, die auf der einen Seite gelenkig befestigt sind, auf der anderen Seite festgehakt werden können, eingepresst.

Ich muss hier kurz die Frage berühren, ob es ratsamer ist, auf eine vom Körper unabhängige Fläche zu zeichnen, wie bei der eben beschriebenen Anordnung, oder auf die Körperfläche selbst. Letzteres war lange Zeit das bevorzugte Verfahren. Dagegen sprechen aber verschiedene Gründe. Bei der Atmung bewegt sich die Brust inspiratorisch nach oben, das Herz mit dem Zwerchfell nach unten und umgekehrt bei der Exspiration. Es werden also die einzelnen Punkte bei verschiedener Stellung der Projektionsfläche aufgenommen. Ferner ist die Haut, besonders bei fetten Personen, sehr verschieblich und beim weiblichen Geschlecht fällt die Zeichnung oft zu einem grossen Teil auf die besonders verschieblichen Mammae. Weiter ist noch die verchieden starke Wölbung des Thorax zu erwähnen, durch die das Bild in wechselndem Grade verzerrt wird. Auch ist es nicht möglich ein Orthodiagramm auf der Brustwand korrekt auszumessen. Wir müssen es erst auf eine ebene Flache übertragen, zumal wenn wir das Untersuchungsresultat aufbewahren wollen.

Die verschiedenen Methoden, welche für die Uebertragung des auf die Brustwand aufgezeichneten Orthodiagramms auf eine ebene Fläche vorgeschlagen worden sind, müssen als unzureichend bezeichnet werden. Das Durchzeichnen der gefundenen Herzfigur auf eine dem Brustkorb fest aufgepresste Glasplatte nach dem Vorschlage von Moritz mit nachfolgender Uebertragung auf Pauspapier ist

zeitraubend, schwierig und stets ungenau. Das Photographieren der Patienten mit aufgezeichnetem Orthodiagramm, wie es Albers-Schönberg angibt, hat nur bedingten Wert, bei immerhin kompliziertem Verfahren. Messungen können wir an solchen Photographien natürlich nicht vornehmen, da ja das photographische Objektiv die Wölbungen der Körperfläche verkürzt zeichnet.

Die sämtlichen aufgeführten Uebelstände umgehen wir, wenn wir auf eine vom Körper unabhängige ebene Fläche zeichnen. Es ist diese Methode auch deshalb schon vorzuziehen, weil z. B. Herzkranke und Kinder durch den auf die Haut auffallenden Zeichenstift oft recht unerwünscht erregt werden.

Trotzdem wird es in manchen Fällen aber doch praktisch sein, auf die Haut direkt zu zeichnen, z. B. für Demonstrationen. Für diesen Zweck muss man dann den Fluoreszensschirm gegen einen durchbohrten auswechseln. Dabei kann man den durch den Schirm hindurchgehenden Stift zugleich mit dem eigentlichen Schreibstift durch eine gegabelte Schlauchleitung mit einem Ballon auslösen, und so gleichzeitig auf den Körper und auf eine vom Körper unabhängige Ebene zeichnen.

Hierbei geht jedoch ein Vorteil des nicht durchbohrten Schirmes wieder verloren. Da bei diesem die Zentralmarke nur 2,5 mm breit ist, die Durchbohrung aber beinahe 1 cm gross ist, so wird natürlich die Einstellung weniger genau.

Der Hauptgrund, welcher früher gegen die Aufzeichnuug der Orthodiagramme auf eine vom Körper unabhängige Fläche ins Feld geführt wurde, war die erschwerte TOPOGRAPHISCHE ORIENTIERUNG, da weder die Mittellinie noch die Mammillen noch sonstige Orientierungspunkte des Körpers mit übertragen werden konnten. Die verschiedenen Vorschläge, welche in dieser Richtung gemacht worden waren, schafften hier keine richtige Abhilfe. So hatte man lange Zeit durch einen Bleistab die Mittellinie während des Orthodiagraphierens sichtbar zu machen versucht. Es war dies jedoch nur ein sehr ungenauer Notbehelf, der auch oft versagte. Franke schlug dann eine komplizierte geometrische Kon-

struktion der Mittellinie vor. Ich glaube, er hat keine Anhänger seiner Idee gefunden. Glücklicher ist der Vorschlag Albers-Schönbergs. Er visiert zwei bestimmte Punkte seines Pauspapieres mit der auf den Körper aufgezeichneten Mittellinie, fixiert das Zeichenbrett und orthodiagraphiert alsdann. Die Verbindungslinie dieser beiden Punkte ergibt unstreitig die richtige Mittellinie. Der Nachteil des Verfahrens liegt in seiner grossen Umständlichkeit.

Ein anderes recht umständliches und unsicheres Verfahren war folgendes: Auf zwei von der Mittellinie nach links und rechts gleich weit entfernte Punkte wurden Bleimarken aufgeklebt, die bei der Orthodiagrammaufnahme mitgezeichnet wurden. Man musste dann die beiden Punkte im Orthodiagramm verbinden, die Verbindungslinie halbieren und konnte hier senkrecht die Mittellinie errichten.

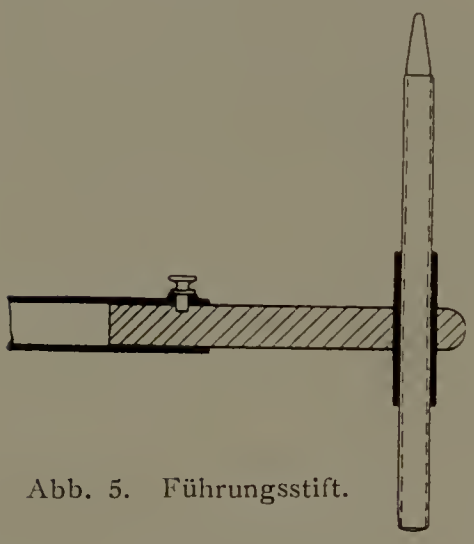

Abb. 5. Führungsstift.

Erst durch die bei dem oben geschilderten Apparat gewählte Anordnung, d. h. durch die Verlegung der Zeichenebene hinter die Röhre, konnte die Frage gelöst werden.

Der Leuchtschirm ist wie erinnerlich durch einen Bajonettverschluss an der Stange a1 befestigt. An seiner Stelle kann man die kleine, in Abbildung 5 skizzierte Vorrichtung anbringen, die auf gleiche Weise wie der Schirm befestigt wird. Der „Führungsstift“ besteht aus einem auf seine doppelte Länge ausziehbaren Stift, der ausserdem in einer Hülse verschoben werden kann. Die Hülse ist in der Durchbohrung eines kleinen Eisenstabes befestigt, mit dessen Hilfe die Vorrichtung an der Stange a1 angebracht wird. Da die Hülse an gleicher Stelle wie die Zentralmarke Z steht und in die Richtung des Zentralstrahls eingestellt ist, steht auch der Stift in derselben Weise genau im Zentralstrahl und kann in der Richtung desselben bewegt werden. Wir dürfen also den Führungsstift als starre Verkörperung des Zentralstrahles bezeichnen.

Wenn wir das Gestänge bewegen, indem wir den Führungsstift auf verschiedene Punkte einer gewölbten Fläche — z. B. auf die Mammillen — aufsetzen, und jedesmal die Stellung des ganzen Systems auf die Zeichenfläche markieren, so haben wir die betreffenden Punkte mit parallelen Strahlen projiziert und aufgezeichnet. In dieser Form können wir den Orthodiagraphen auch Parralleloskiagraph nennen. Wir können ihn zur parallel-projizierten Aufzeichnung aller auf einer gewölbten oder unebenen Fläche befindlichen Figuren benutzen, so z. B. zur Aufzeichnung einer auf den Thorax aufgetragenen Perkussionsfigur auf das Papier, ferner zur Aufzeichnung und Ausmessung von Geschwülsten, wie Strumen usw.

Ein weiterer, aber weniger stichhaltiger Grund, welcher noch gegen die direkte Orthodiagraphie auf eine ebene Fläche sprach, war die Möglichkeit einer Stellungsveränderung des Patienten, wenigstens bei Vertikalaufnahmen. Bei Horizontalaufnahmen ist ja ein Lagewechsel des Patienten während der Aufnahme kaum zu befürchten. Anders bei der Vertikalorthodiagraphie. Hier bedürfen wir unbedingt einer Vorrichtung zur Ruhigstellung des zu Untersuchenden.

Eine derartige FIXIERVORRICHTUNG hat z. B. Albers-Schönberg angegeben. Er benutzt zwei Pelotten, gegen die sich der Patient anlehnt. Moritz verwendet ein Gestell, in dem der Kranke mit Schulterstützen festgestellt werden soll, denen Franke noch zwei Beckenstützen beigefügt hat. Durch all diese Vorrichtungen kann jedoch nur die Drehung und Beugung des Oberkörpers mehr oder weniger ausgeschaltet werden, nicht aber das Heben und Senken desselben, da Hüft- und Kniegelenk nicht immobilisiert sind.

Ich nehme Vertikalorthodiagramme seit einigen Jahren nur noch im Sitzen auf. Hierzu benutze ich die in Abbildung 6 veranschaulichte Vorrichtung. Der Patient sitzt auf einem hohen Stuhle mit breiter Rückenlehne, die mit Segeltuch bespannt ist. Die Füsse werden auf ein in der Höhe verstellbares Fussbrett aufgesetzt. Zwischen Arme und Brustkorb werden zwei, etwa 400 qcm grosse, flache und gut gepolsterte Pelotten gebracht, die dem Brustkorb fest anliegen,

ohne die Atmung zu hindern. Sie sind mit Manschetten an Vierkantstangen befestigt, die sich an den Seiten des Gestells befinden, und können in jeder Richtung verstellt werden. Bei

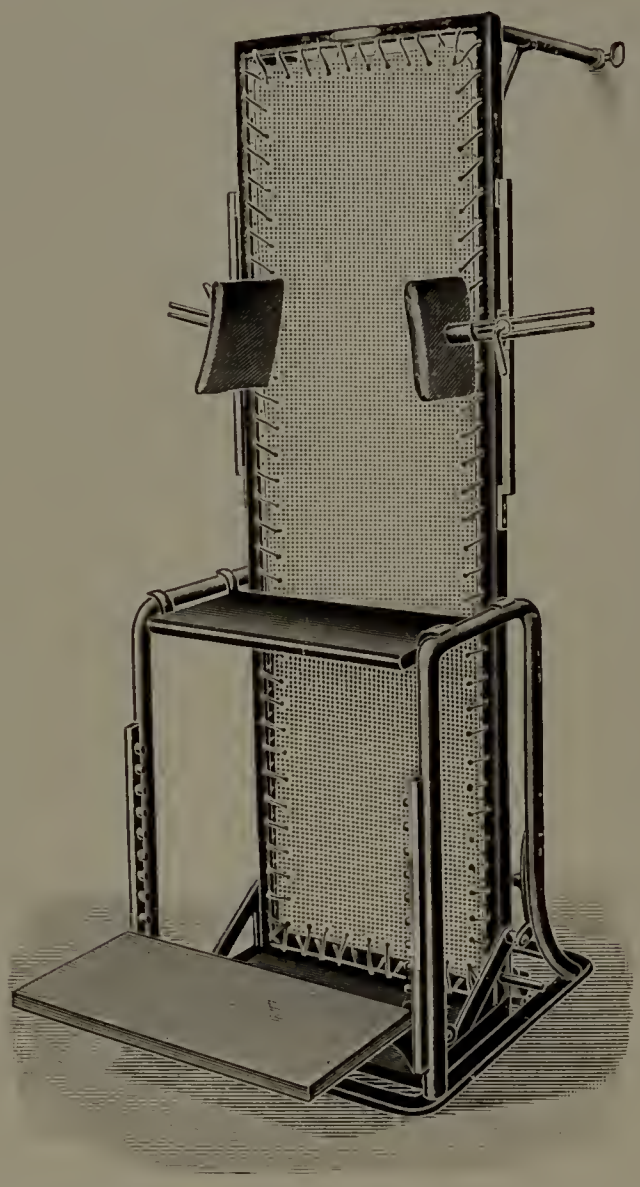

Abb. 6. Fixiervorrichtung für Orthodiagraphie in jeder Körperlage.

Kindern kann man ein breites Segeltuchband über die Oberschenkel legen und so ein Vorrutschen vermeiden. Die ganze Anordnung nimmt vor allem darauf Bedacht, den „Herzkranken“ durch die Orthodiagrammaufnahme nicht zu er-

müden, wodurch ebenfalls wesentlich zur Ruhigstellung beigetragen wird.

Will man aber aus irgend einem Grunde im Stehen orthodiagraphieren, so kann man den Stuhlsitz leicht entfernen. Man benutzt dann das Gestell als Segeltuchrahmen, gegen den der Patient sich lehnen kann, und fixiert ihn mit den Bruststützen. Endlich kann die Vorrichtung auch als Tisch benutzt werden. Durch Auslösen einer Sperrvorrichtung lässt sich der Rahmen umklappen, und man braucht nur die am

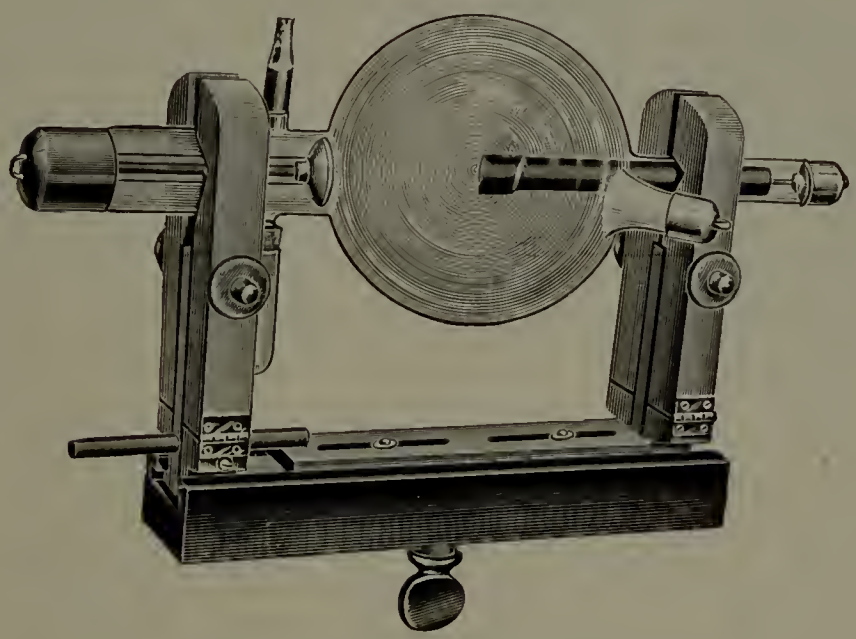

Abb. 7. Röhrenhalter

oberen Ende befindlichen Füsse auszuziehen und zu fixieren. Auch kann man den Patienten zugleich mit dem Gestell aus der vertikalen Stellung in die horizontale bringen, wenn man ihn auf das unten an dem Gestell befindliche Brett stehen lässt.

Die Art der RÖHRENBEFESTIGUNG habe ich oben noch nicht auseinandergesetzt. Früher benutzte man Klammern oder für jede Röhre besonders konstruierte Halter. Die zahlreichen Uebelstände der verschiedenen Methoden habe ich durch folgendes Verfahren zu beseitigen versucht, eine Anordnung, die sich bereits in verschiedenen Laboratorien für alle Apparate als sehr zweckmässig erwiesen hat. Jede Röhre

erhält, sobald sie aus der Fabrik kommt, einen Röhrenfuss. Es besteht dieser (siehe Abb. 7) aus einem Grundbrett, an dessen Enden zwei gabelförmig endigende Holzarme senkrecht nach oben gerichtet sind. Der Abstand dieser Gabeln kann beliebig vergrössert werden, und zwar durch Auseinanderziehen der beiden, das Grundbrett bildenden aufeinandergeschraubten Brettchen. Auf diese Weise kann der Röhrenfuss erst der Röhre angepasst werden. Alsdann wird der Kathoden- und Anodenhals, die mit einem Gummiring umkleidet sind, in den Gabeln durch Anziehen der hierfür vorgesehenen Holzschrauben festgeklemmt. Man stellt dabei die Röhre so ein, dass die Ebene des Antikathodenbleches senkrecht zum Grundbrett des Röhrenfusses steht und das Grundbrett sich links von der Antikathode befindet, wenn die Kathode nach unten gerichtet ist und man auf das Antikathodenblech hin sieht. Das Grundbrett des Röhrenfusses ist mit Nuten versehen und lässt sich leicht in den eigentlichen Halter, den Schlitten, einschieben, der sich an den verschiedenen Apparaten befindet. Da die Röhrenfüsse stets so hergestellt werden, dass sich die Mitte der Antikathode 135 mm über der Sohle des Grundbrettes befindet, ist die Befestigungsweise des Schlittens von vornherein gegeben. Der Schlitten muss stets in einem Abstand von etwa 120 mm von der Blende entfernt, mit seiner Mitte 135 mm unterhalb der Lichtachse befestigt werden. In Abb. 8 sieht man z. B. einen derartigen Halter am Orthodiagraphen. Es ist nun jede

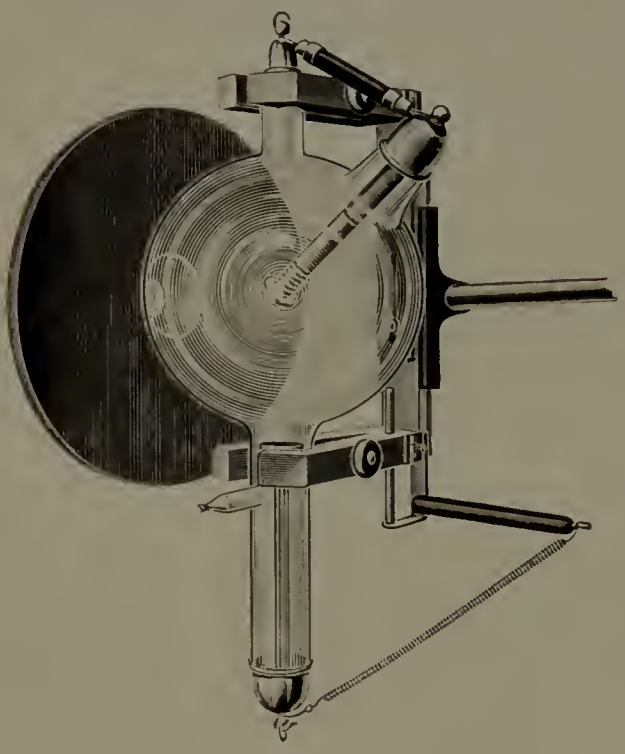

Abb. 8. Röhrenhalter am Orthodiagraphen.

Röhre leicht mit ihrem Brennpunkt in die Lichtachse einer Blende einzustellen. Man braucht nur den senkrecht unterhalb des Brennpunktes liegenden Punkt der Sohle des Röhrenfusses mit dem Mittelpunkt des Schlittens zur Deckung zu bringen und dann den Röhrenfuss im Schlitten zu fixieren.

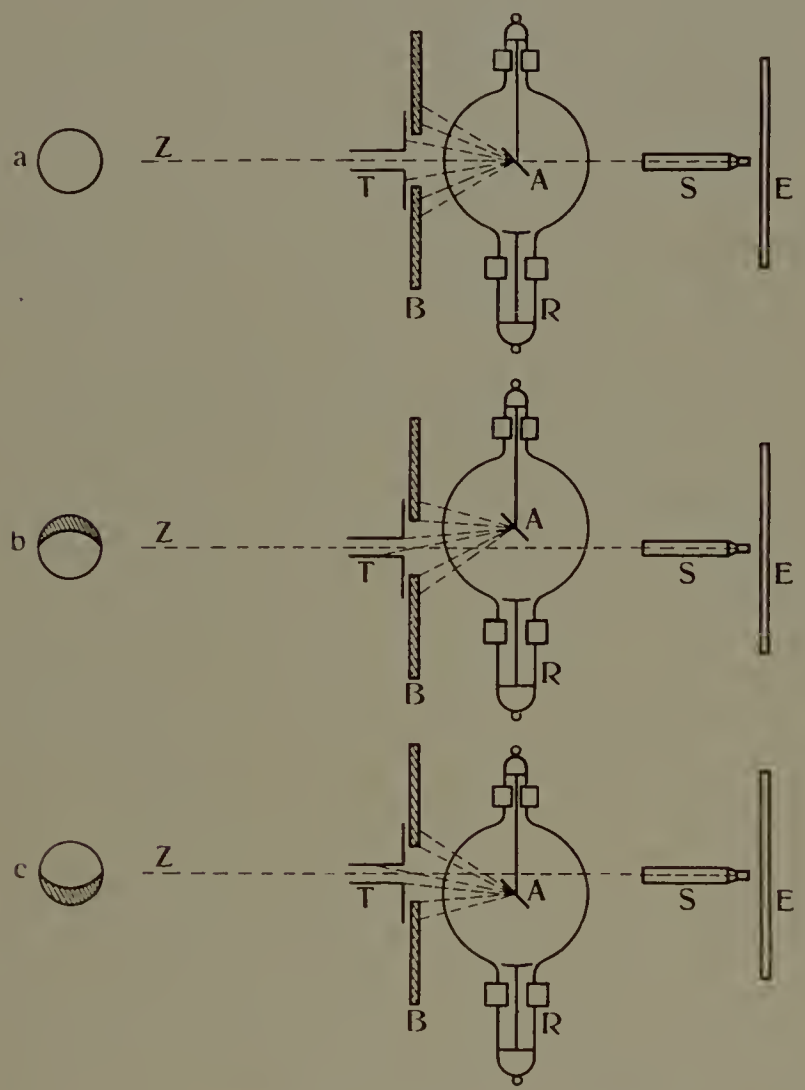

Abb. 9. Zentrieren der Röhre in der Vertikalen.

Hiermit kommen wir zu einem weiteren, dem sehr wichtigen Kapitel über das ZENTRIEREN. Ich erwähnte oben schon, dass wir unter Zentrieren des Orthodiagraphen die genaue senkrechte Einstellung der Normalmarke über den Brennpunkt der Röhre und die Einstellung des Schreibstiftes

in die Verbindungslinie dieser beiden Punkte, die wir Normalstrahl oder besser Zentralstrahl nennen, verstehen. Dem Zentrieren des Orthodiagraphen muss aber das Zentrieren der Röhre, d. h. die Einstellung des Röhrenbrennpunktes in die Lichtachse der Blende vorausgehen.

Das Zentrieren der Röhre geschieht in folgender Weise: An der Blende B des Orthodiagraphen (s. Abb. 9) wird die kleinste Rohrblende eingesetzt, die einen sehr dicken Rohraufsatz mit nur mehrere Millimeter grosser Blendenöffnung besitzt. Auf den Rohraufsatz wird ein kleiner Tubus T geschoben, der oben mit einem Fluoreszensschirm verschlossen ist. Nun wird die auf ihrem Fusse montierte Röhre R in den Halter eingeführt. Unser Bestreben muss sein, den Röhrenbrennpunkt genau in die Lichtachse Z des Systems zu bringen. Betrachten wir bei eingeschalteter Röhre den Leuchtschirm des Tubus, so wird er nicht vollkommen aufleuchten wie bei a, sondern oben oder unten einen Schattenmeniskus aufweisen. Nehmen wir an, er zeige zuerst, wie bei b, oben einen Meniskus, so wissen wir, dass die Röhre resp. die Antikathode noch zu hoch steht. Wir schalten aus und verschieben die Röhre nach unten. Beim neuerlichen Einschalten des Induktors soll nun der Schatten, wie bei c, unten erscheinen. Dann ersehen wir hieraus, dass wir mit der Röhre etwas zu weit nach abwärts gegangen sind, wir müssen sie wieder um ein Weniges nach oben verschieben. Meist wird dann die Zentrierung bereits gelungen sein und der Schirm des Tubus vollkommen aufleuchten, wie es die Zeichnung a darstellt.

Um dieses Zentrieren der Röhre in der Vertikalen (in der Horizontalen braucht sie infolge der Konstruktion des Röhrenfusses nicht zentriert zu werden) nur einmal vornehmen zu müssen, ist folgende Anordnung getroffen. In Abb. 8 erkennt man von dem Schlitten ausgehend einen Metallstreifen, der unten rechtwinklig umgebogen ist. Dieses untere horizontale Stück — der Anschlag — ist genau 183 mm unterhalb der Schlittenmitte gelegen. Weiter sieht man aus der unteren, für die Aufnahme des Kathodenhalses bestimmten Gabel des Röhrenfusses einen kleinen Holzstift herausragen. Dieser wird, nachdem die Röhre zentriert ist, so weit vorge-

schoben, bis er an dem Anschlag fest aufsitzt, und wird darauf durch eine seitlich angebrachte Schraube in seiner Stellung fixiert. Jetzt erst ist die Röhre ein für allemal in ihrem Fuss zentriert. Wir können sie ruhig aus dem Orthodiagraphen herausnehmen. Bringen wir sie wieder in den Schlitten, so brauchen wir den Holzstift nur auf dem Anschlag aufsitzen zu lassen und den Röhrenfuss in dieser Lage mit der Fixierschraube im Schlitten festzustellen.

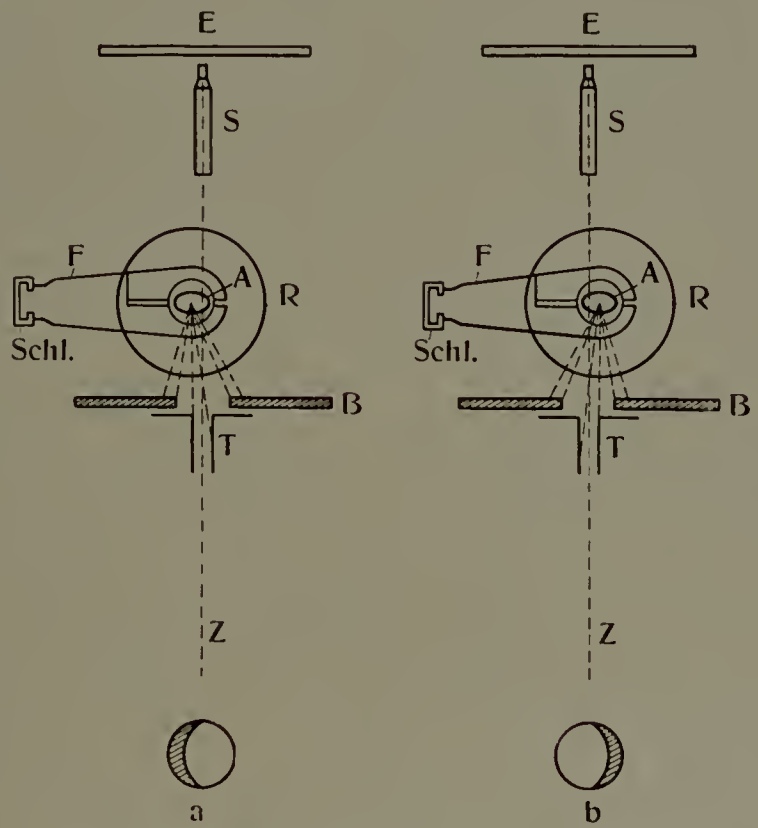

Abb. 10. Zentrieren der Röhre in der Horizontalen.

Auch an den anderen Apparaten eines entsprechend eingerichteten Laboratoriums ist 183 mm unterhalb der Schlittenmitte ein Anschlag. Wir können also jede am Orthodiagraphen zentrierte Röhre in diese Apparate bringen und haben dann die Gewähr, dass die Röhre absolut korrekt zentriert ist. Hat man keinen Vertikalorthodiagraphen zur Verfügung, so kann man eine besondere Vorrichtung zum Zentrieren benutzen*)

*) Eine solche wird von der Firma Reiniger, Gebbert u. Schall, Erlangen, gebaut.

oder sich irgend einen anderen Blendenapparat für diese Zwecke herrichten.

Infolge der Abmessung der Röhrenfüsse sollte für gewöhnlich ein Zentrieren in der Horizontalen nicht notwendig sein. Nun befindet sich aber manchmal die Antikathode nicht genau im Mittelpunkt der Röhre. Sie wird dann eventuell höher oder tiefer als 135 mm über der Sohle des Röhrenfussgrundbrettes stehen. Wir erkennen dies sofort beim Zentrieren der Röhre. So sehen wir in Abb. 10, dass wir auf dem Fluoreszensschirm des Tubus links einen Schattenmeniskus erhalten, wenn die Röhre der Sohle des Fusses zu nahe, rechts, wenn sie zu weit von ihr entfernt ist. Dieser Fehler lässt sich leicht durch Unter- oder Auflegen von Kork- und Gummistücken zwischen Kathodenhals und Gabel des Röhrenfusses korrigieren.

Erst nachdem wir auf diese Weise die Röhre zentriert haben, können wir uns zur Zentrierung unseres Orthodiagraphen wenden. Aus Abb. 4 haben wir ersehen, dass die an der Stange a befindlichen Teile, die Blende, der Röhrenhalter und der Schreibstift unveränderlich befestigt sind; ferner, dass die Mitte von Blende, Antikathode und Stift auf einer Geraden, der Lichtachse, liegen. Weiter haben wir soeben besprochen, in welcher Weise die Röhre in den Apparat eingefügt wird, sodass Zentralstrahl und Lichtachse zusammenfallen. Wir haben also nur noch nötig, die Zentralmarke Z in den Zentralstrahl ZS zu bringen. Alle hierzu notwendigen Manipulationen werden an der Stange a 1 vorgenommen.

Die Masse der Stangen a und a 1 sind selbstverständlich so gewählt, dass Z in die Linie ZS zu liegen kommt. Eine ganz genaue Einstellung kann aber niemals bei der Fabrikation erreicht werden. Deshalb, und um die Verbiegungen der Metallstangen, die beim Gebrauche ja kaum zu vermeiden sind, immer wieder ausgleichen zu können, sind verschiedene Vorrichtungen angebracht, mit denen die Stellung der Zentralmarke Z verändert werden kann.

In Abb. 11 sehen wir zunächst bei a die Verhältnisse dargestellt, wie sie sich bei guter Zentrierung ergeben. Wir sehen, wie von der Antikathode aus, deren Brennpunkt genau

in der Lichtachse steht, das Strahlenbündel durch eine möglichst enge Rohrblende hindurchtritt, sich nur wenig ausbreitet und auf den kleinen Leuchtschirm auftrifft. Das Bild, welches wir auf dem Schirme erhalten, ist in Abb. 12a wiedergegeben. Es erscheint eine kleine kreisrunde, fluoreszierende Fläche, in deren Mittelpunkt sich die Zentralmarke als schwarzer Punkt abhebt. Würde der Schirm zu hoch stehen, so würden wir das Bild 12b erhalten, eine leuchtende Kreisfläche, in der die Zentralmarke exzentrisch nach unten verlagert ist. Umgekehrt erscheint bei zu tief stehendem Schirme der Punkt nach oben exzentrisch verschoben, wie bei 12 c. Die Erklärung dieser Erscheinung ist aus Abb. 11b und c leicht zu finden. Wir sehen das Strahlenbündel stets in der gleichen Weise verlaufen. Es wird daher bei wechselnder Stellung des Schirmes die Zentralmarke von verschiedenen Strahlen getroffen, im ersten Falle von über dem Zentralstrahl gelegenen, im letzteren von unter ihm verlaufenden.

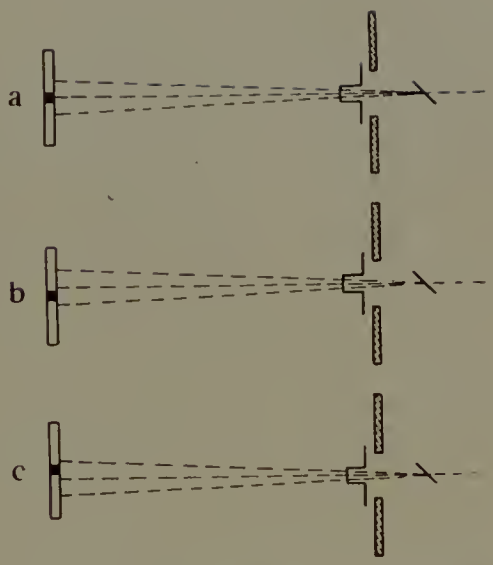

Abb. 11. Zentrieren des Schirmes.

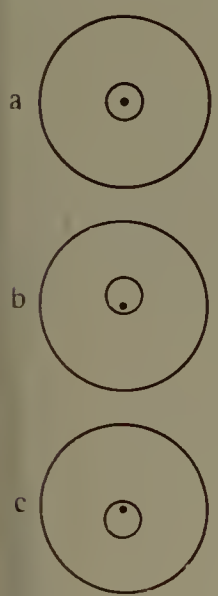

Abb. 12. Höheneinstellung der Zentralmarke.

Wollen wir also die Zentralmarke in den Zentralstrahl bringen, so müssen wir den Schirm je nachdem heben oder senken. Zu diesem Zwecke ist bei ZH (Abb. 4) eine starke Metallbrücke angebracht, von der aus ein Metallstift zu dem links der Achse A befindlichen Teil der Stange a 1 geht. Mittels eines besonderen Schraubenschlüssels kann man den Metallstift stärker auf den Gewichtarm der Stange a 1 aufdrücken, oder umgekehrt den Druck mindern. Im ersten Falle wird sich der Schirm L nach oben, im letzteren nach unten bewegen. Man kann diese Einstellung während die Röhre

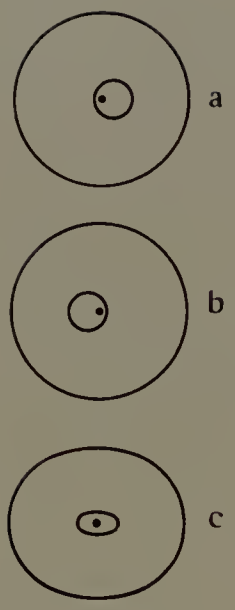

Abb. 13. Längseinstellung der Zentralmarke.

in Betrieb ist vornehmen und hat dabei den Eindruck, als ob die Zentralmarke wandert. Die Höheneinstellung der Zentralmarke ist korrekt, wenn diese, wie bei 12a, genau in der Mitte des Kreises steht. Man sollte die Höhenzentrierung, die ja kaum einige Sekunden beansprucht, vor jeder Aufnahme wiederholen, da gerade in dieser Richtung eine Veränderung des Gestänges durch Temperatur- oder äussere Gewalteinwirkung hervorgerufen werden kann.

Weniger leicht wird der Abstand der Marke Z von der Achse A sich verändern. Daher ist auch die Längseinstellung (wir könnten sie auch Horizontalzentrieren und die Höheneinstellung Vertikalzentrieren nennen) nur äusserst selten vorzunehmen. Zu diesem Behufe lösen wir wieder mit demselben Schlüssel eine Schraube bei ZL, worauf die Stange a 1 verlängert oder verkürzt werden kann. Ist der Abstand der Marke von der Achse zu gross, so erscheint Z exzentrisch in dem Lichtkreis nach links verlagert; ist er zu klein, so sehen wir Z weit rechts stehend (s. Abb. 13a und b). Korrekt ist die Einstellung erst, wenn die Marke genau im Zentrum der leuchtenden Kreisfläche steht.

Bevor man den Apparat zentriert, muss man natürlich möglichst die Bedingungen herstellen, wie sie während des Orthodiagraphierens bestehen. Das System muss richtig ausbalanciert sein, die Rotationsachse darf nicht arretiert sein und die Manschette, mit der die Stange a 1 auf A befestigt ist, muss festgestellt sein.

Wenn wir auf die besprochene Weise die Zentralmarke genau in den Zentralstrahl eingestellt haben, bleibt noch eine Möglichkeit bestehen, dass nämlich die Ebene des Schirms nicht parallel den Ebenen steht, in welchen die verschiedenen Apparatteile ihre Bahnen beschreiben. In diesem Falle erhalten wir auf dem Leuchtschirme einen längsovalen Kreis (Abb. 13c), in dessen Mitte die Marke steht. Für die Exaktheit der Orthodiagraphie ist dies ohne Belang, da wir ja nur den

Zentralstrahl benutzen; das Bild wird etwas verzerrt und hierdurch das Sehen erschwert. Wir nehmen daher auch die Korrektion dieses Fehlers hauptsächlich aus einem anderen Grunde vor.

Bringen wir nämlich jetzt, nachdem der Schirm zentriert ist, an seine Stelle den Führungsstift, so muss die Durchbohrung des kleinen Stabes, der zur Verbindung mit der Stange a l dient, von dem Zentralstrahl getroffen werden, da sie, wie oben auseinandergesetzt, genau gleich weit von A entfernt ist wie Z. Dagegen braucht der Führungsstift, den wir durch diese Durchbohrung führen, keineswegs auch im Zentralstrahl zu stehen. Er kann mit seiner Spitze, wie in Abb. 14b und c, über oder unter ihm liegen. Wir müssen also auch den Führungsstift zentrieren.

Zu diesem Zwecke stecken wir den kleinen Tubus, den wir bereits für die Zentrierung der Röhre benutzt haben, durch die Durchbohrung, derart, dass wir den kleinen Leuchtschirm an seinem Ende beobachten können. Wir öffnen wieder die Schraube bei ZL und können nun die Stange a l bei eingeschalteter Röhre um ihre Längsachse drehen. Es ist aus der Abbildung zu ersehen, dass wir einen oberen Schattenmeniskus erhalten, wenn das vordere Ende des Tubus (resp. die Spitze des Führungsstiftes) zu tief steht (b), einen unteren Meniskus, wenn es zu hoch steht. Erst wenn die Längsachse des Tubus, resp. diejenige des Führungsstiftes, genau in den Zentralstrahl eingestellt ist, leuchtet die ganze Schirmfläche auf (a). Ist dies erreicht, so wird die Röhre ausgeschaltet und die Schraube bei HL angezogen. Zugleich ist jetzt auch die Schirmebene richtig eingestellt und wir erhalten eine vollkommen kreisförmige Leuchtfläche.

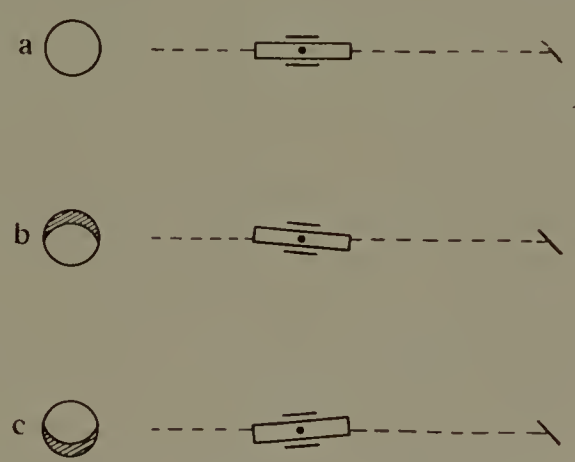

Abb. 14. Zentrieren des Führungsstiftes.

Hiermit ist das Zentrieren beendet. Nach der Beschreibung mag es viel-

leicht schwierig erscheinen. In der Praxis ist es relativ einfach. Auf jeden Fall kann man aber nur durch eine derartige subtile Zentrierung das gewünschte Ziel wirklich erreichen, nur so werden wir zuverlässige Resultate erhalten. Das Wichtigste ist das Zentrieren der Röhre in der Horizontalen und der Vertikalen, was nur einmal bei jeder Röhre vorgenommen werden muss. Auch das Zentrieren des Führungsstiftes und die Längs- (Horizontal-) Zentrierung des Orthodiagraphen resp. Schirmes brauchen wir nicht allzuoft auszuführen. Dagegen sollte die Höhen- (Vertikal-) Zentrierung des Schirmes, wenn auch nicht vor jeder Aufnahme, so doch an jedem Arbeitstage einmal kontrolliert werden.

Bevor ich die eigentliche ORTHODIAGRAPHISCHE TECHNIK beschreibe, will ich noch einige allgemeine Bemerkungen vorausschicken. Es ist zwar für die Orthodiagraphie ziemlich einerlei, welcher Art das Röntgen-Instrumentarium ist. Ich halte aber auch hier einen Induktor von 50—60 cm Funkenlänge für rentabler denn kleine Apparate. Aus demselben Grunde bevorzuge ich den Quecksilberunterbrecher, der die Röhren konstanter erhält wie der Wehnelt, den ich andererseits für die Photographie nicht entbehren möchte. Sehr angenehm ist es, einen Schalttisch zur Verfügung zu haben. Ich habe nur die verschiedenen Regulierkurbeln der Widerstände, sowie den Hauptschalter und Motorschalter auf einen fahrbaren Tisch montieren lassen. Die verschiedenen Sicherungen, die Walterschaltung, der Stromwender usw. befinden sich dagegen auf einem Wandtableau. Ich bin infolgedessen vollkommen unabhängig von einer Assistenz und kann während des Arbeitens den Strom beliebig regulieren.

Ein sehr wichtiger Punkt ist die Röhrenfrage. Ich habe unter den verschiedenen Modellen die einfache Gundelach-Röhre sehr brauchbar gefunden. Am besten haben sich mir aber die Bauer-Drosselspulröhren mit Luftkühlung erwiesen. Sie waren am konstantesten und haben die lobenswerte Eigenschaft, selbst bei recht beträchtlicher Härte keine Funken nach den umgebenden Metallteilen des Orthodiagraphen abzugeben. In dieser Beziehung waren andere, sonst sehr

empfehlenswerte Röhren ganz unbrauchbar, da durch das Funkensprühen das Auge des Arztes geblendet und der Patient beunruhigt wird. Und gerade für die Orthodiagraphie halte ich eine harte, oft sehr harte Röhre für vorteilhafter, denn eine weiche. Blendet man nur genügend stark mit Rohrblenden ab, bis auf 5 cm Durchmesser des Lichtkreises, so wird das Bild ausreichend differenziert. Weiche Röhren haben den Nachteil, besonders bei starker Abblendung, zu deutlich zu differenzieren, sodass z. B. bei Herzorthodiagrammen die zahlreichen Drüsen- und Bronchialschatten nur störend wirken. Andererseits müssen wir bei einigermassen dicken Personen gerade infolge der starken Abblendung so wie so harte Röhren anwenden. Ist das Licht einmal zu hell, so kann man dem durch schwächere Belastung leicht abhelfen. Im allgemeinen soll man allerdings stets gleichmässig und richtig belasten, wodurch das Röhrenvakuum beinahe unbegrenzt konstant zu erhalten ist. In dieser Beziehung ist es ratsam, die Röhren öfters zu wechseln. Bei grösserem Betriebe wird man sich ja überhaupt eine Kinder-, eine Herz- und eine Abdomenröhre ständig bereit halten. Aber auch für mehrere gleichartige Aufnahmen hintereinander ist es empfehlenswert, öfters die Röhre zu wechseln, was bei unserem Röhrenhalter ja ein leichtes ist. Ich habe zwar schon mehr als 25 Orthodiagramme an einem Tage mit derselben Röhre gemacht, im allgemeinen rate ich aber nicht mehr als 4 Untersuchungen (bei guter Technik) hintereinander und mehr als 8 an einem Tage mit einer Röhre vorzunehmen. Gerade die Bauerröhre hält bei richtiger Belastung noch viel länger aus. Oft zeigt sich dann aber die Wirkung erst am nächsten Tage, wo man die Röhre unbrauchbar weich findet. Es gilt hier, wie überall in der Röntgentechnik, der Erfahrungssatz, dass der Röntgenbetrieb um so sparsamer wird, je mehr Röhren zur Abwechslung zur Verfügung stehen.

Ebenso wie die von der Röhre abspringenden Funken stört jeder andere Lichtschein das Auge des Untersuchers. Ein gut verdunkeltes Laboratorium ist daher erste Bedingung. Sehr ratsam ist es auch, die Vorschaltfunkenstrecke mit schwarzem Papier zu umkleiden. Auch das Fluo-

reszenzlicht der Röhre wird man zweckmässig abblenden. Ich umhülle die Röhren mit einem schwarzen, sehr leichten sog. Futterstoff (Satin), der den Luftzutritt zur Röhrenwand kaum abhält. Die Hauptsache bleibt aber, dass sich das Auge des Arztes an die Dunkelheit adaptiert hat. Besonders im Sommer ist ein längeres Verweilen im Dunkelraum vor jeder Aufnahme nicht zu umgehen. Man kann die Zeit ausnützen, indem man bei rotem Licht die Vorbereitungen trifft und den Patienten inzwischen sich entkleiden lässt. Ganz verwerflich ist daher die Orthodiagraphie im unverdunkelten Zimmer mit sog. Kryptoskopen. Die Genauigkeit der Orthodiagraphie, und hiermit ihr Wert, wächst mit der richtigen Disposition unseres Auges, dem Grade der Abblendung und der Kleinheit der Einstellungsmarke.

Eines ist noch besonders zu erwähnen, die Erdung*) des Apparates. Man soll nie vergessen, sowohl den Orthodiagraphen, als auch die Fixiervorrichtung, an eine gute Erdleitung, wie Wasserleitung, Zentralheizung oder dergl., anzuschliessen, da sonst der Patient infolge der vielen Metallteile des Apparates zwar harmlose, aber doch empfindliche elektrische Schläge erhalten könnte, die ihn ängstigen würden.

All diese Dinge sind, so nebensächlich sie vielleicht erscheinen mögen, wichtig genug, hier näher besprochen zu werden, da von ihrer Beachtung die Zuverlässigkeit des Untersuchungsresultates mit abhängt.

Wir wenden uns nun zur Besprechung der orthodiagraphischen Technik.

Als erstes will ich die HERZORTHODIAGRAPHIE schildern, und beginne mit der Aufnahme eines sog. vertikalen Sagittal-Herzorthodiagrammes, das wir bei vertikaler Stellung des Körpers und sagittaler Strahlenrichtung erhalten. Dabei ist es für das Endresultat und die Aufnahmetechnik einerlei, ob wir ventrodorsale oder dorsoventrale Durch-

*) Unter Erdung verstehen wir eine gute metallische Verbindung eines Apparates mit der Erde. So verbinden wir z. B. den Orthodiagraphen durch einen Metalldraht mit der Wasserleitung, die ja zur Erde führt, wobei wir darauf achten müssen, dass der Draht sowohl am Apparat als auch an der Wasserleitung guten metallischen Kontakt hat.

Abb. 15. Orthodiagraphie im Stehen.

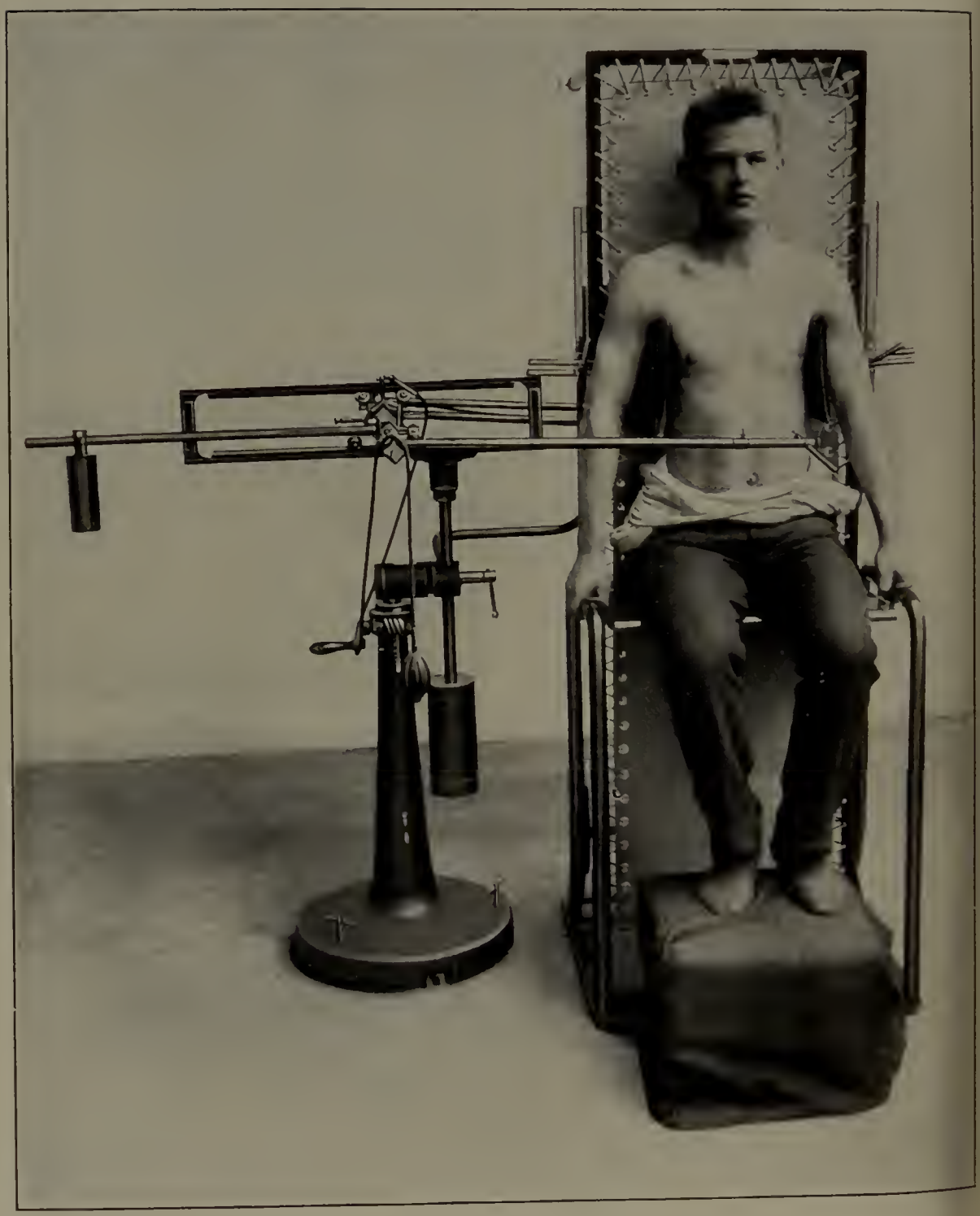

Abb. 16. Orthodiagraphie im Sitzen.

leuchtung anwenden. Im allgemeinen benutzen wir allerdings die letztere, da die Anordnung hierbei bequemer ist und das Ergebnis leichter mit der Perkussion sich vergleichen lässt.

Wollen wir die Untersuchung im Stehen vornehmen, so stellt sich der Patient mit entkleidetem Oberkörper, wie in Abb. 15, in gerader Haltung vor das Gestell. Zwischen Arme und Brust werden die Bruststützen gebracht, leicht an

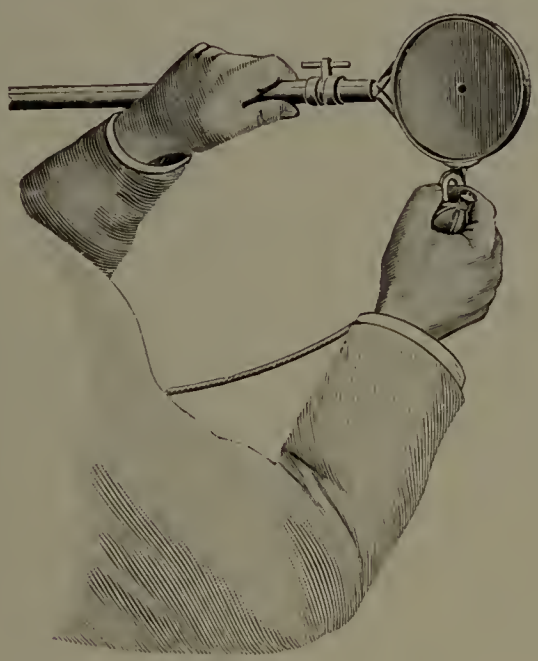

Abb. 17. Führung des Schirmes.

den Thorax gepresst und festgestellt. Mit den Händen umfasst der Kranke die seitlichen Stangen des Gestelles, was sehr zur Ruhigstellung beiträgt.

Ratsamer ist es aber, wie oben erwähnt, die Aufnahme im Sitzen zu machen. Wir lassen den zu Untersuchenden auf dem Sitzbrett Platz nehmen (vgl. Abb. 16). Dabei achten wir darauf, dass er mit Rücken und Gesäss richtig das Segeltuch überall berührt. Das Fussbrett wird in entsprechende Höhe gebracht, sodass die Oberschenkel horizontal stehen.

Mit den Händen umgreift der Patient die neben dem Sitze befindlichen Stangen; zwischen Brust und Arme werden wieder die Bruststützen befestigt. Nun nimmt der Arzt vor dem Apparat auf einem Drehstuhle Platz. Das rote oder vorher abgeschwächte Licht wird ausgeschaltet. Man wartet noch einige Minuten, um das Auge weiter auszuruhen. Der Patient wird nochmals ermahnt, recht ruhig und aufrecht zu sitzen, den Kopf hochzuhalten und nicht zu erschrecken, wenn der Apparat zu arbeiten beginnt. Auch soll man ihn darauf aufmerksam machen, dass er von der Untersuchung nichts spürt; dagegen vermeide man für gewöhnlich irgend etwas über die Art der Atmung zu sagen, da sonst die Respiration fast stets unnatürlich wird. Beim Einschalten soll man dann den Apparat mit einer Hand berühren, um eventuell nicht zur Erde abgeleitete Ströme sofort wahrzunehmen.

Es ist keineswegs einerlei, in welcher Art der Apparat während der Aufnahme geführt wird, und ich halte diese Frage für wichtig genug, sie an einer Abbildung (Nr. 17) zu erläutern. Der Arzt nimmt den Ballon der pneumatischen Auslösung des Schreibstiftes in die volle Faust der rechten Hand, nur das erste Glied des Zeigefingers wird in den unterhalb des Schirmes befindlichen Ring eingeführt. Die linke Hand umgreift die Stange a mit Obergriff, nicht zu weit vom Schirme entfernt. Mit ihr bewegen wir den Apparat. Der Zeigefinger der rechten Hand dient nur zur feineren Einstellung und zur eventuellen Arretierung bei Bewegungen nach rechts. Es erfordert nur geringe Uebung, auf diese Weise die notwendigen Kreisbewegungen mit dem Schirme auszuführen. Nur anfangs fällt es etwas schwer, unwillkürliche Bewegungen in der Richtung des Zentralstrahls zu vermeiden. Der Zeigefinger muss so lose in oder an demRing liegen, dass er sich jedesmal leicht von ihm entfernen kann, wenn der Ballon komprimiert wird. Ich habe auch versucht, eine mit dem Fusse auslösbare pneumatische Uebertragung zu benutzen. Aber die Gewöhnung an diese Vorrichtung ist recht schwierig und ich fand keinen besonderen Vorteil davon.

Nach dieser Abschweifung kehren wir wieder zur Schilderung der Orthodiagrammaufnahme zurück. Zunächst suchen

wir den ganzen Thorax mit dem Leuchtschirme ab, um uns etwas zu orientieren. Alsdann beginnen wir mit der Aufzeichnung des Herzens. Wir bringen die schwarz erscheinende Zentralmarke*) mit verschiedenen Stellen des Herzrandes zur Deckung und notieren uns jedesmal die Stellung des ganzen Systems mit dem Schreibstift auf die Zeichenfläche, indem wir den Ballon komprimieren. Es sei hier gleich betont, dass wir stets den diastolischen Herzschatten aufzeichnen. Meist ist es gar nicht möglich, den kurzen systolischen Einziehungen des Herzrandes zu folgen. Recht zweckmässig ist es, immer mit der Normalmarke in das helle Lungenfeld zurückzugehen und sie jedesmal von hier aus auf das Herz hinzubewegen. Als wichtige Vorschrift möchte ich dies aber nicht, wie Moritz, anführen. Gerade so gut kann man auch stets am Schattenrand entlang fahren. In schwierigen Fällen, wenn z. B. Drüsenschatten mit dem Herzschatten zusammenfallen, kommt man ganz unwillkürlich zu der ersteren Methode, mit der man auch diese schwierigen Stellen oft noch herausholen kann. Unbedingt empfehlenswert ist es, stets eine gewisse Reihenfolge innezuhalten, um keinen Teil zu vergessen. Aber auch hier kann man nicht vorschreiben, an welcher Stelle man beginnen und wo man aufhören muss. Das ist wohl in erster Linie Gewohnheitssache. Ratsam ist es allerdings, von besonders deutlich sichtbaren Stellen zu schwerer abgrenzbaren hin vorzugehen. Ich selbst verfahre gewöhnlich in der Weise, dass ich links mit dem Aortenbogen beginne und die Aorta möglichst weit in den Herzschatten hinein verfolge. Dann zeichne ich die Grenze des Pulmonalschattens auf, ihn wieder möglichst lange im Herzschatten verfolgend. Hiernach umfahre ich das meist nur in geringer Ausdehnung sichtbare linke Herzohr und dann den linken Ventrikel. Wichtig ist es, die Herzspitze möglichst vollständig darzustellen. Es ist dies bei vertikaler Körperstellung in der weitaus grössten Mehrzahl der Fälle leicht ausführbar. Intelligente Patienten kann man auch auffordern, einmal tief Luft zu holen und dann ruhig weiter zu

*) Anfängern rate ich, die Zentralmarke mit Hilfe eines Fettstiftes auf dem Schutzglase zu umfahren, und so zu vergrössern, ferner für die erste Zeit mit grossen Blenden zu arbeiten.

atmen. Den Moment, in welchem die Herzspitze vollkommen sichtbar wird, muss man abpassen, um sich ihre Form und Lage einzuprägen. Man wird sie dann auch bei natürlicher Atmung durch das Zerchfell hindurch besser erkennen und aufzeichnen können. Jetzt zeichnen wir das linke Zwerchfell auf, wobei wir seinen exspiratorischen Stand bei ruhiger Atmung wählen. Die flache Atmung wählen wir, weil sie am besten den mittleren normalen Stand des Zwerchfells erkennen lässt. Auch wird das Herz durch jeden anderen Atemtypus wesentlich in Form und Lage beeinflusst. Es lässt sich leicht wahrnehmen, [dass bei tiefer Inspiration der Herzneigungswinkel verkleinert wird, dass sich das Herz mehr in die Vertikale einstellt, [dass es sich bei forcierter Exspiration der Horizontalen nähert. Ich muss es mir versagen, hier näher auf diese Dinge einzugehen. Im Anschluss an das Zwerchfell markieren wir mit wenigen Punkten die Lungen-Thoraxgrenze, wodurch das Bild an Uebersichtlichkeit gewinnt. Hierauf schreiten wir zur Aufzeichnung des rechten Herzschattenrandes. Bei den meisten Individuen, besonders aber bei Herzkranken, kann man die obere Hohlvene und die von ihr nach aussen verlaufende Vena anonyma erkennen. Wir beginnen mit der Markierung des äusseren Randes dieses wenig dichten Schattens. Nach abwärts gehend, kommen wir besonders bei älteren Patienten an eine Stelle, wo ein dichterer Schatten den Venenschatten nach aussen überragt. Derselbe wird durch die Aorta ascendens gebildet. Stets finden wir aber den Gefässschatten, einerlei, ob er von der Vene, oder von der Aorta, oder von beiden gebildet wird, deutlich abgesetzt von dem Vorhofschatten durch den Venen-Vorhofwinkel. Wir zeichnen also, wenn möglich, auch die Aorta ascendens auf und danach den rechten Vorhof. Nur ganz ausnahmsweise lässt sich der letztere weiter als wenige Millimeter in den Zwerchfellschatten hinein verfolgen. Dagegen kann man in manchen Fällen auch die Vena cava inferior als etwa 2 cm langes Schattenband etwas schräg nach aussen vom Herzen zum Zwerchfell hinziehend, erkennen. Das rechte Zwerchfell wird in gleicher Weise wie das linke aufgenommen. Zum Schlusse umfahren wir auch hier die äussere Lungengrenze.

Hiermit ist das eigentliche Orthodiagramm vollendet. Ich habe die Zeit, welche ich zu einer Aufnahme benötige, wiederholt kontrolliert. Man kann in einer Minute ein wirklich exaktes Orthodiagramm herstellen. Länger als drei Minuten wird auch ein wenig Geübter nicht brauchen.

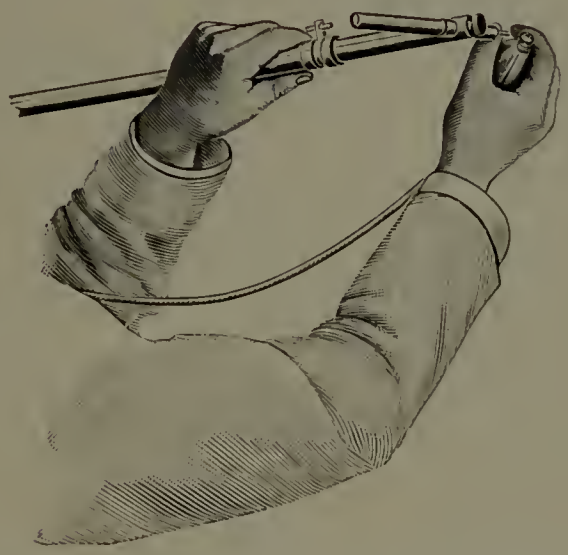

Abb. 18. Handhabung des Führungsstiftes.

Da wir, wie bereits erwähnt, im Anschluss an die eigentliche Orthodiagraphie die parralleloskiagraphische Uebertragung der Orientierungspunkte des Körpers vornehmen wollen, müssen wir dafür sorgen, dass der Patient seine Stellung nicht verändert. Ich habe daher die Gepflogenheit, die Röntgenröhre auszuschalten, und bevor ich das Licht andrehe, den Kranken darauf aufmerksam zu machen, dass die Untersuchung noch nicht beendet ist, er sich also noch nicht bewegen darf.

Um den Orthodiagraphen in einen Paralleloskiagraphen umzuwandeln, entfernen wir nur den Leuchtschirm und befestigen an seinem Platze den Führungsstift in dem Bajonettverschluss der Stange a. Auch bei der paralleloskiagraphischen Uebertragung und Aufzeichnung der topographischen Orientierungspunkte des Körpers halte ich eine gewisse Reihenfolge ein. Zunächst setze ich den Führungsstift auf die vor-

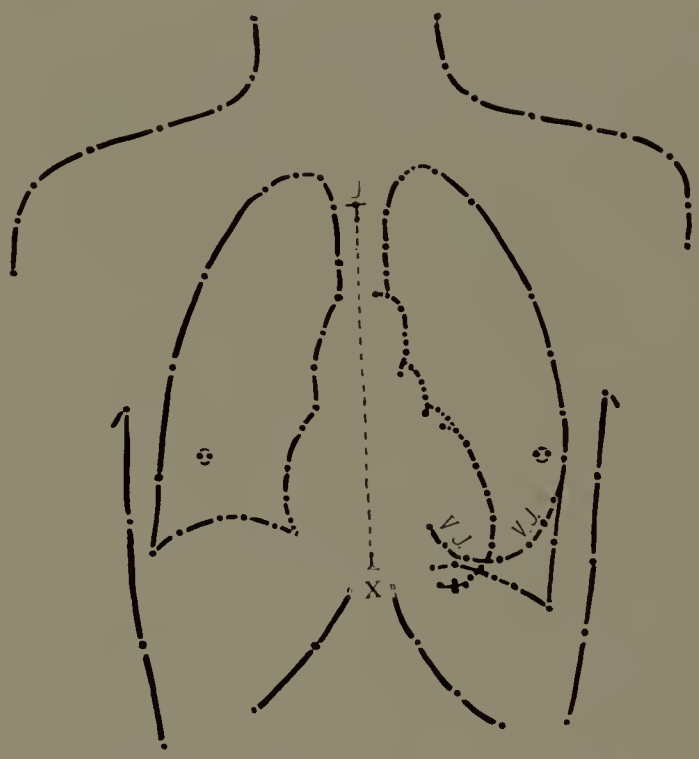

Abb. 19. Sagittales Vertikal-Herzorthodiagramm.

her mit einem Dermatographen angezeichnete Mitte der Incisura jugularis auf und markiere mittels der Zeichenvorrichtung. Die Art, wie der Führungsstift dabei am besten gehalten wird, habe ich wieder durch eine Abbildung (18) illustriert. Als zweiten Punkt übertrage ich den Endpunkt des Proc. xyphoideus, danach mit je zwei Punkten die Mammillen; letztere nur zum Vergleich mit der Perkussionsfigur. Will man den Ort des Spitzenstosses oder irgend einen anderen interessierenden Punkt in das Orthodiagramm vermerken, so

Abb. 20. Aufnahme bei frontaler Strahlenrichtung.

hat man nur den Führungsstift an entsprechender Stelle aufzusetzen und zu punktieren. Auch die Interkostalräume können in gleicher Weise eingezeichnet werden. Sehr illustrativ wirkt auch die Aufzeichnung der äusseren Körperkonturen. Zu diesem Zwecke wird der Führungsstift weit ausgezogen. Man legt ihn an verschiedenen Stellen den Schultern auf und markiert jedesmal. Dann führt man ihn an den Seiten des Brustkorbes entlang und notiert sich die verschiedenen Stellungen mit einigen Marken.

Jetzt endlich wird das Zeichenpapier aus dem Apparat genommen. Am besten vermerkt man sogleich in einer Ecke den Namen des Patienten, sein Alter, Körpergrösse und Gewicht. Auch die später eventl. abgelesenen Masse des Orthodiagrammes können hier aufnotiert werden. Man verbindet nun die verschiedenen zusammengehörigen Punkte durch Kurven, was leicht ausführbar ist. Am besten zeichnet man erst die Schulterlinien des Körpers aus, dann die Seitenlinie des Körpers, darauf das eigentliche Orthodiagramm und zum Schlusse verbindet man die beiden, dem Mittelpunkt der Incisura jugularis und dem Proc. xyphoideus entsprechenden Punkte und erhält so die Mittellinie des Brustkorbes. In Abb. 19 ist ein derartiges sagittales Vertikal-Herzorthodiagramm mit allen Punkten wiedergegeben.

So wie jede Röntgenuntersuchung, kann man auch das Orthodiagramm in jeder Strahlenrichtung aufnehmen. So wichtig aber auch die Durchleuchtung im schrägen Durchmesser ist, zur Orthodiagraphie wird man diese Strahlenrichtung nur in seltenen Fällen verwenden, da die Bilder zu verschieden ausfallen je nach dem Grade der Drehung.

Von besonderer Wichtigkeit sind dagegen die Frontalorthodiagramme, die mit frontal verlaufenden Strahlen gezeichnet werden, da wir aus ihnen die Dicke des Herzens erkennen. Leider sind sie nicht in allen Fällen ausführbar, dann nämlich nicht, wenn der Körperdurchmesser zu gross ist und wenn bei Herzkranken sich Stauungserscheinungen in den Lungen zeigen.

In Abb. 20 sieht man den Patienten zur Aufnahme des frontalen Vertikalorthodiagrammes vorbereitet. Der Rücken

ist gegen eine der Bruststützen gelehnt, die beiden Arme ruhen etwa in Schulterhöhe auf der anderen quergestellten Stütze. Zur Aufnahme selbst brauche ich nichts zu bemerken. Abb. 21 zeigt ein frontales Herzorthodiagramm.

Wir kommen nun zur Besprechung der horizontalen Herzorthodiagraphie. Wenn Moritz, der eifrige Verfechter der horizontalen Lagerung der Patienten während der Orthodiagrammaufnahme, behauptet, die horizontale Lage sei

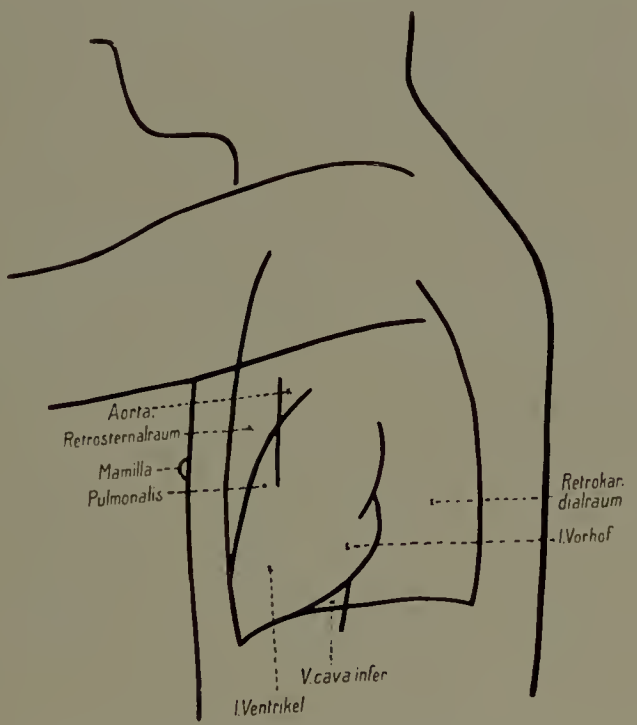

Abb. 21. Frontales Herzorthodiagramm.

für den Patienten bequemer, sie entspreche mehr der natürlichen Haltung des Menschen, die Fixierung sei besser und endlich, die gefundene Herzgrösse komme der Wirklichkeit näher, so müssen wir dem energisch widersprechen. Dass der Patient in unserem Stuhle bequemer sitzt, und ein schwer leidender dyspnoischer Herzkranker in dieser Stellung leichter aushält, als in der absolut flachen Lage auf dem Moritztisch, das bedarf eigentlich keines Beweises. Ebenso klar ist es wohl, dass für den aufrecht gehenden Menschen die vertikale Stellung die natürlichere ist. Auch gegen die Zuverlässigkeit

unserer Fixierung kann wohl nichts mehr eingewendet werden. Den wichtigsten und von Moritz besonders hervorgehobenen Punkt*), die Veränderung der Herzgrösse bei verschiedener Körperhaltung kann man für und gegen beide Lagerungen ins Feld führen. Moritz sagt: Das Herz erscheint im Stehen kleiner als im Liegen und zwar in verschiedenen Fällen in verschiedenem Grade. Also müssen wir, da wir ja auch die grössten Herzdimensionen suchen, im Liegen untersuchen. Dem gegenüber dürfen wir mit gleichem Rechte sagen: Da das Herz im einen Fall im Liegen grösser erscheint als in vertikaler Körperhaltung, im anderen Falle aber nicht, so ist die Vertikalorthodiagraphie vorzuziehen, da durch das Liegen in manchen Fällen eine Vergrösserung des Herzens vorgetäuscht wird resp. die Orthodiagramm-Masse zu gross erscheinen. Ich glaube aber, dass alle diese Fragen in den Hintergrund treten müssen gegenüber der einen, welche Methode für Arzt und Patient die bequemere, welche für den Patient die schonendere ist. In dieser Beziehung gebührt unstreitig der Vertikalorthodiagraphie der Vorrang.

Ich brauche nicht zu betonen, dass es am besten wäre, in beiden Körperlagen zu untersuchen. Für die Perkussion und ganz besonders für die Auskultation des Herzens gilt dies ja bereits als unbedingt notwendig. Auch für experimentelle Untersuchungen wird man manchmal von der horizontalen Lagerung Gebrauch machen.

Zur Aufnahme des Horizontalorthodiagrammes benutzt man entweder in der eingangs geschilderten Weise den Moritzschen Apparat oder, wenn der Platz für die Aufstellung von zwei Apparaten nicht ausreicht, einen umklappbaren Vertikalorthodiagraphen. In Abb. 22 sehen wir den Vertikalapparat für die horizontale Aufnahme zurecht gestellt. Ich glaube, es bedarf keiner weiteren Schilderung, wie der

*) Während die vorliegende Schrift sich im Drucke befand, erschien in No. 13 der „Münchener med. W." eine Arbeit von Moritz, in der er, wie schon so oft, dieses Thema berührt. Auch hier sagt er, dass sich das Herz im Stehen mitunter, wenn auch keineswegs immer, stark verkleinert. „Dies würde es bewirken können, dass manche Fälle von Erweiterung des Herzens übersehen würden, wenn man im Stehen untersuchte."

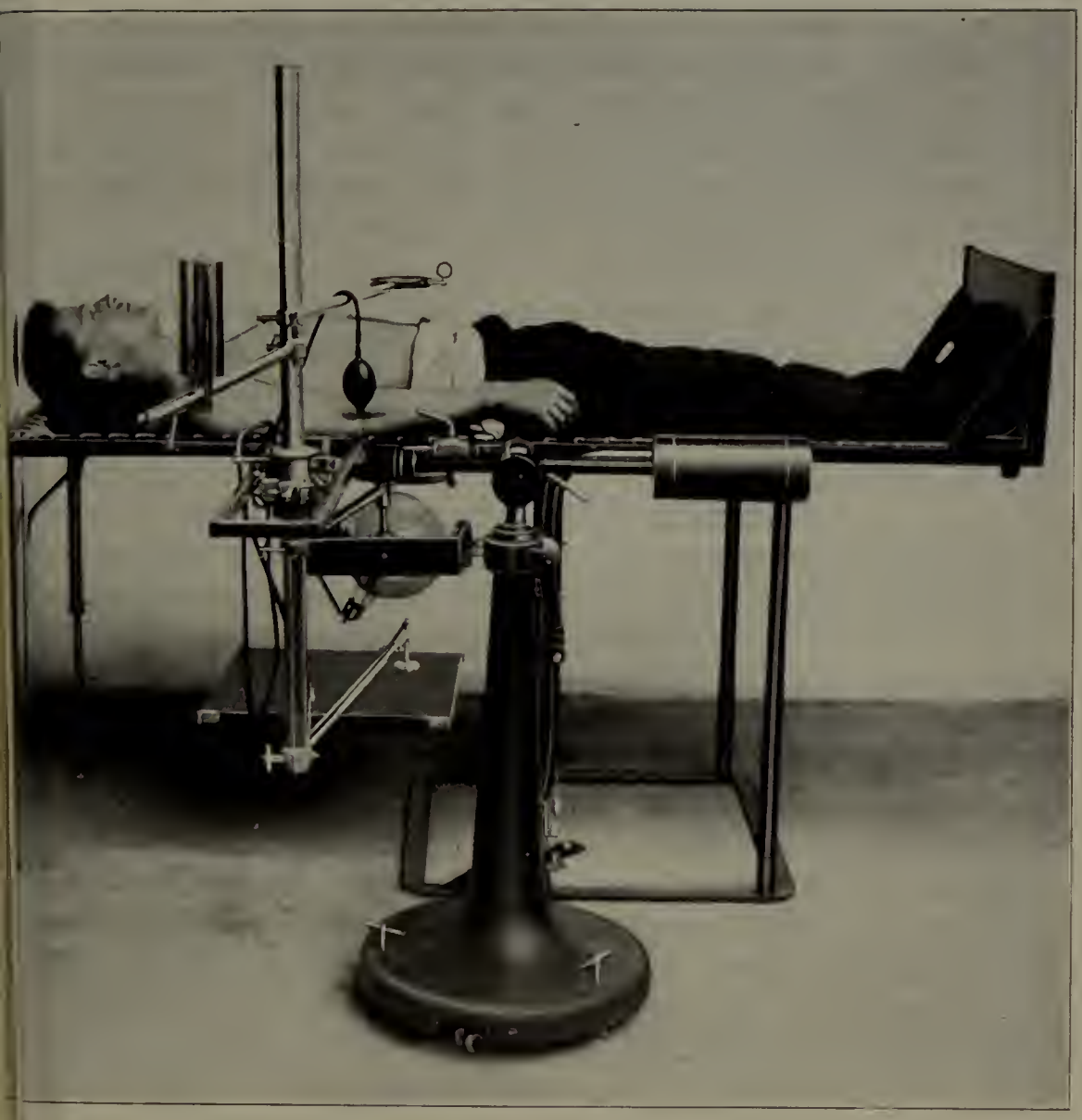

Abb. 22. Orthodiagraphie im Liegen.

Patient gelagert, wie die Aufnahme vorgenommen wird usw. Es ergibt sich dies alles aus dem Vorhergesagteu. Der Untersucher steht rechts neben dem Tische, links vom Patienten, das Gesicht diesem zugewendet. Zum Schutze der Beine ist dringend die Verwendung einer Bleischürze anzuraten. Be-

quemer ist es an der linken Tischseite ein etwa 1 qm grosses Stück Müllerschutzstoff herabhängen zu lassen.

Die übrigen Körperlagen kommen nur selten und hauptsächlich bei experimentellen Untersuchungen zur Anwendung. Mit geringen Hilfsmitteln kann man sich die notwendigen Hilfsapparate leicht herstellen. So sehen wir in Abb. 23 unseren Apparat nur mit Hilfe eines Brettes für die Untersuchung in linker Seitenlage umgebaut.

Es wäre hier der Ort, die Genauigkeit der Orthodiagraphie zu diskutieren und ihre Vorteile oder Nachteile gegenüber anderen Methoden auseinander zu setzen. Es würde das aber viel zu weit von unserem technischen Thema abführen. Gewiss besitzt die Orthodiagraphie eine sehr grosse Menge von Fehlerquellen. Es liegen diese aber heute nicht mehr in der Konstruktion des Apparates oder in der Technik der Aufnahmen, sondern nur noch in der Natur des untersuchten Organes, des Herzens. Dieselben Fehlerquellen finden wir auch bei den anderen Untersuchungsmethoden. Bei den verschiedenen Perkussionsverfahren kommt noch eine Unmenge sonstiger Schwierigkeiten hinzu, sodass die Orthodiagraphie ihnen ganz bedeutend überlegen ist. Deshalb die Perkussion als unbrauchbar zu bezeichnen kann wohl niemandem in den Sinn kommen. Aber auch aus einem Vergleich mit den anderen Röntgenmethoden, besonders mit den hier noch zu schildernden orthoröntgenographischen, muss die Orthodiagraphie bei kritischer Beurteilung vorläufig noch als Siegerin hervorgehen. Hierauf werden wir an den entsprechenden Stellen zurückkommen.

Eine mit dieser Frage nicht identische ist die, ob das Orthodiagramm so exakt ist, dass wir es ausmessen können, und ob wir den gefundenen Zahlen grossen Wert beilegen dürfen. Die physikalischen Grundlagen der Methode würden hier nicht zum geringsten Bedenken berechtigen. Die Frage wäre vielmehr so zu stellen, ob wir Herzschattenprojektionen (Perkussionsfigur, Orthodiagramm) überhaupt ausmessen sollen. In dieser Beziehung kann man gewiss sehr verschiedener Ansicht sein. Die einzelnen Dimensionen (nicht die Grösse!) des Herzens werden durch so vielerlei äussere und innere

Abb. 23. Orthodiagraphie in linker Seitenlage.

Einflüsse fortwährend, in jeder Sekunde verändert, dass wir kaum jemals bei zwei unter scheinbar ganz gleichen Bedingungen angestellten Untersuchungen mathematisch gleiche Resultate erhalten. Auch auf die nähere Besprechung dieser Momente darf ich hier nicht eingehen. Ich will nur nochmals

hervorheben, dass sie jedes Untersuchungsresultat, mit welcher Methode es auch gewonnen sei, in gleicher Weise beeinflussen. Allerdings dürfen wir sagen, dass in der grossen Mehrzahl der Fälle die erzeugten Fehler so gering sind, dass wir sie praktisch übersehen dürfen. Vergessen dürfen wir sie aber nicht. Auch die Orthodiagraphie hat Fehlergrenzen von 0,2 bis zu 0,5 cm, ja in seltenen Fällen noch mehr. Dessen

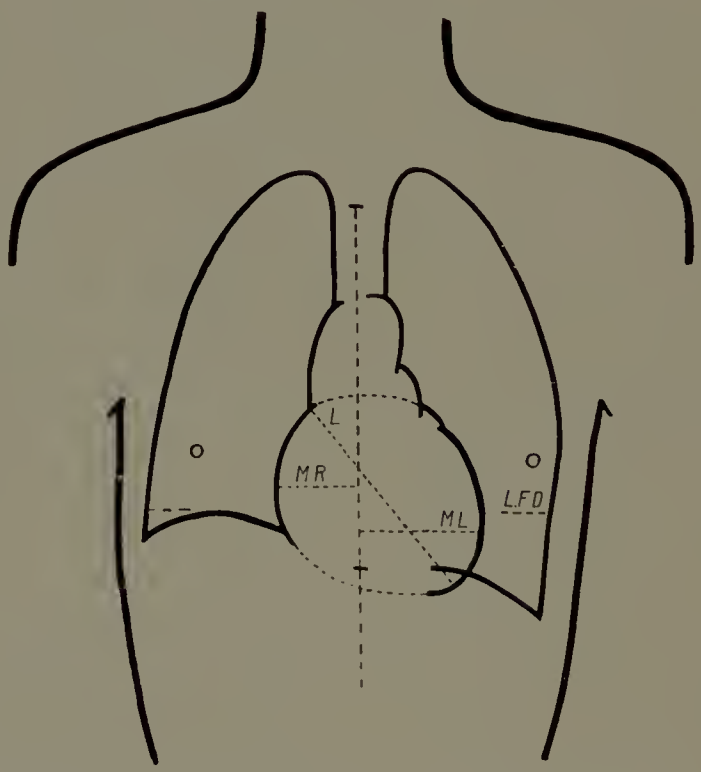

Abb. 24. Ausmessung des Herzorthodiagrammes.

müssen wir vor allem eingedenk sein, wenn wir eine Volumsveränderung des Herzens gefunden zu haben glauben.

Die Vorschriften für die AUSMESSUNG des Sagittalorthodiagrammes, wie sie von verschiedener Seite gegeben und oft abgeändert worden sind, weichen in manchen Punkten wesentlich voneinander ab. Auch ist man entschieden viel zu weit gegangen mit der Zahl der notwendigen Messungen und mit ihrer Deutung. Vor allem der Vergleich der orthodiagraphischen Masse mit den Sektionsmassen des Herzens kann die Methode in Misskredit bringen. Dass derartige Vergleiche unmöglich sind, ist bei der Lage des Herzens ausserhalb aller

bekannten Körperebenen selbstverständlich. Ebenso sollte man sich nicht dazu verleiten lassen mehr auszumessen, als wir im Orthodiagramm wirklich dargestellt haben. Konstruierte Linien sollten vermieden werden. Wir müssen uns an das halten, was wir sehen können. Aus diesen Gründen rate ich denen, die die Orthodiagramme ausmessen wollen, von den Moritzschen Massen nur die folgenden drei in Abb. 24 eingezeichneten zu benutzen.

1. Den Medianabstand links — M. L. — Grösster Abstand des linken Herzschattenrandes von der Mittellinie.

2. Den Medianabstand rechts — M. R. — Grösster Abstand des rechten Herzschattenrandes von der Mittellinie.

3. Den Längsdurchmesser — L. — Die grösste Entfernung des linken Herzschattenrandes von dem Venen-Vorhofwinkel.

Als viertes Mass wäre noch der Herzneigungswinkel, gebildet von L. und der Mittellinie, zu nennen. Für gewöhnlich dürfte dies aber überflüssig sein. Dagegen halte ich alle Querdurchmesser und den Flächeninhalt*) für ungenau und daher praktisch unbrauchbar. Auch M. L. und M. R. an sich sind nicht als absolut feste Grössen anzusehen, da sie von einer konstruierten Linie abhängen. Und in der Tat sehen wir bei verschiedenen Aufnahmen derselben Person die beiden Masse nicht allzuselten verschieden ausfallen. Eins ist dann aber in der Regel bis auf wenige Millimeter konstant geblieben, die Summe von M. L. und M. R., die Transversaldimension T. des Herzens, wie Moritz diese Grösse nennt. Wollen wir also orthodiagraphische Masse angeben, so werden wir sie immer unter der Formel $\frac{MR + ML}{L} = \frac{T}{L}$ bringen. Es sei aber nochmals davor gewarnt, aus den Zahlen mehr herauslesen zu wollen, als sie sagen sollen und können.

Vor allem gehört zur Beurteilung der Grösse eines

*) Der Flächeninhalt des Herzens wird entweder mittels eines sog. Planimeters ermittelt, oder indem man unter das Orthodiagramm ein Stück Millimeterpapier legt und die Quadrate abzählt. Die obere und untere Herzgrenze muss natürlich ergänzt werden, weshalb diese Messung eben wertlos ist.

Orthodiagrammes die Kenntnis der Normalmasse. Wir müssen uns in Anbetracht der Wichtigkeit der Sache wundern, dass hierüber noch so wenige Untersuchungen angestellt worden sind. Die erste grössere Zusammenstellung der Orthodiagramm-Masse herzgesunder im Liegen untersuchter Menschen stammt von Dietlen.*) Ich beschränke mich darauf, hier die Resultate des fleissigen Untersuchers anzuführen, ohne auf die wichtigen und interessanten Abhängigkeitsverhältnisse von Herzgrösse, Körpergrösse, Körpergewicht und Ernährungszustand einzugehen, wie sie von Moritz und seinen Schülern studiert worden sind.

NORMALMASSE FÜR HORIZONTALORTHODIAGRAMME DES HERZENS.

Tabelle I.

Männer.

Körpergrösse	M. R.	M. L.	T.	L.
145—154	3,5	7,9	11,4	12,5
155—164	4,1	8,7	12,8	13,8
165—174	4,2	8,8	13,0	14,1
175—187	4,4	9,1	13,5	14,8

Weiber.

Körpergrösse	M. R.	M. L.	T.	L.
145—154	3,5	8,1	11,6	12,7
155—164	3,5	8,4	11,9	13,2
165—174	3,8	8,5	12,3	13,4

Tabelle II.

Gewicht	Durchschnittsgrösse	Durchschnittsalter	T.	L.
40—44	152	26	11,3	12,1
45—49	159	20	11,4	12,9
50—54	161	27	12,4	13,5

*) Dietlen. Ueber Grösse und Lage des normalen Herzens. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 88. H 1—3.

Gewicht	Durchschnitts-grösse	Durchschnitts-alter	T.	L.
55—59	164	30	12,9	14,0
60—64	167	26	13,1	14,1
65—69	169	30	13,2	14,5
70—74	174	31	13,4	14,8
75—79	179	22	14,3	15,5
80—84	185	25	14,4	15,3

Tabelle III.

Alter	Durchschnitts-gewicht	Durchschnitts-grösse	M. R.	M. L.	T.	L.
15—19	54	162	3,9	8,0	11,9	13,6
20—29	62	168	4,3	8,6	12,9	14,2
30—39	64	169	4,2	8,7	12,9	14,2
40—49	61	167	3,9	8,9	12,8	14,1
50—59	62	167	4,1	9,1	13,2	14,4
60—69	59	167	4,4	9,0	13,4	14,4

Tabelle IV.

Grösse		M. R.	M. L.	T.	L.	
	min.	3,1	8,2	11,9	12,1	Männer über 20 Jahre
145—154		3,7	8,5	12,2	13,4	
	max.	4,4	8,8	12,6	14,1	
	min.	3,3	7,4	11,0	12,3	
155—164		4,2	8,7	12,9	14,0	
	max.	5,9	10,4	14,5	15,3	
	min.	3,0	6,8	11,3	12,5	
165—174		4,3	8,8	13,1	14,2	
	max.	5,7	9,7	15,3	15,9	
	min.	3,5	8,1	13,1	13,4	
175—187		4,5	9,3	13,8	14,9	
	max.	5,8	11,0	15,0	16,2	
	min.	3,4	7,1	10,6	11,4	Männer, 15—19 Jahre
145—154		3,5	7,5	11,0	11,8	
	max.	3,7	7,8	11,2	12,5	

Grösse		M. R.	M. L.	T.	L.	
	min.	3,0	7,4	10,7	12,0	Männer, 15—19 Jahre
155—164		3,8	8,0	11,8	12,7	
	max.	4,1	9,3	13,1	14,2	
	min.	3,4	7,0	11,0	12,5	
165—174		4,2	8,2	12,4	13,6	
	max.	5,1	8,8	13,8	15,2	
	min.	3,6	6,5	10,4	12,7	
175—182		4,0	7,9	11,9	13,7	
	max.	4,3	8,8	12,4	14,4	
	min.	2,4	7,2	10,3	12,1	Frauen über 17 Jahre
145—154		3,5	8,3	11,8	12,8	
	max.	4,0	9,2	12,8	13,3	
	min.	2,6	6,8	10,9	11,7	
155—164		3,5	8,5	12,0	13,3	
	max.	5,2	10,3	13,7	15,0	
	min.	3,2	6,8	11,3	12,8	
165—174		3,9	8,8	12,7	13,6	
	max.	4,5	9,7	12,9	14,0	
	min.	3,3	6,5	10,5	11,9	Frauen, 15—17 Jahre
145—154		3,5	7,5	11,0	12,4	
	max.	4,0	8,7	12,0	12,8	
	min.	3,2	7,0	10,3	12,9	
155—164		3,5	8,0	11,5	13,2	
	max.	4,0	8,8	12,5	14,0	
	min.	2,8	7,0	10,9	12,3	
165—174		3,4	7,7	11,1	12,7	
	max.	3,9	8,5	11,3	13,3	

Die Benutzung der Tabellen ist in der Weise gedacht, dass man aus Tabelle IV den Durchschnittswert von T. und L. bei mittlerer Grösse und mittlerem Gewicht für die verschiedenen Körpergrössen ablesen kann. Die den verschiedenen Altersklassen entsprechenden Durchschnittszahlen des Körpergewichtes und der Körpergrösse sind in jedem Falle aus den Tabellen II—III abzulesen.

Da die Dietlenschen Zahlen nur für Horizontalorthodiagramme massgebend sind, habe ich es für nötig gehalten auch eine grössere Reihe von VERTIKALORTHODIAGRAMMEN herzgesunder Individuen auszumessen und DURCHSCHNITTSWERTE aufzustellen. Das Ergebnis meiner Untersuchungen*) lasse ich hier folgen.

Tabelle V.

	Fälle	M. R.	M. L.	T.	L.
Erwachsene Männer	60 (156)	4,6 (4,3)	8,4 (8,9)	13,0 (13,2)	14,0 (14,2)
Unerwachsene „	17 (31)	4,1 (3,9)	7,8 (8,0)	11,9 (11,9)	12,7 (13,6)
Erwachsene Weiber	54 (58)	3,9 (3,6)	8,0 (8,5)	11,9 (12,1)	12,9 (13,2)
Unerwachsene „	20 (17)	3,7 (3,5)	7,2 (7,8)	10,9 (11,3)	12,1 (12,8)

Tabelle VI.

Männer.

	Fälle	M. R.	M. L.	T.	L.
Gruppe I	6 (9)	4,3 (3,5)	7,9 (7,9)	12,2 (11,4)	12,4 (12,5)
„ II	19 (72)	4,4 (4,1)	8,3 (8,7)	12,7 (12,8)	13,2 (13,8)
„ III	41 (77)	4,4 (4,2)	8,3 (8,8)	12,7 (14,0)	13,4 (14,1)
„ IV	11 (29)	4,4 (4,4)	8,3 (9,1)	12,3 (13,5)	14,0 (14,8)

Weiber.

	Fälle	M. R.	M. L.	T.	L.
Gruppe I	19 (19)	3,4 (3,5)	7,5 (8,1)	10,9 (11,6)	12,1 (12,7)
„ II	48 (43)	3,8 (3,5)	7,8 (8,4)	11,6 (11,9)	12,6 (13,2)
„ III	7 (13)	4,0 (3,8)	7,5 (8,5)	11,5 (12,3)	12,5 (13,5)

Tabelle VII.

Männer erwachsen.

	Fälle	M. R.	M. L.	T.	L.
I. 145—154 cm	3 (4)				
Min.		4,0	8,0	12,0	12,0
Mittelz.		4,7 (3,7)	8,4 (8,5)	13,1 (12,2)	12,9 (13,4)
Max.		5,2	9,2	14,4	14,2

*) Ausführlicher habe ich meine Untersuchungen mitgeteilt in: „Die Normalmasse des vertikalen Herzorthodiagrammes". Annalen des Krankenhauses r. d. J. München, 1908.

	Fälle	M. R.	M. L.	T.	L.
II. 155—164 cm	14 (64)				
Min.		3,5	7,4	12,1	13,0
Mittelz.		4,5 (4,2)	8,7 (8,7)	13,0 (12,9)	13,9 (14,0)
Max.		5,3	9,5	14,1	15,0
III. 165—174 cm	34 (63)				
Min.		3,7	7,2	11,4	12,0
Mittelz.		4,5 (4,3)	8,7 (8,8)	13,2 (13,1)	14,0 (14,2)
Max.		5,6	10,2	14,6	15,3
IV. 175—185 cm	9 (25)				
Min.		4,0	7,3	12,0	13,3
Mittelz.		4,7 (4,5)	8,5 (9,3)	13,2 (13,8)	14,2 (14,9)
Max.		5,4	9,0	13,6	14,7

Männer unerwachsen.

I. 145—154 cm	3 (5)				
Min.		3,2	7,0	10,5	11,2
Mittelz.		3,9 (3,5)	7,4 (7,5)	11,3 (11,0)	11,8 (11,8)
Max.		4,5	8,0	12,0	12,5
II. 155—164 cm	5 (8)				
Min.		3,6	7,2	11,2	11,2
Mittelz.		4.4 (3,8)	7,9 (8,0)	12,3 (11,8)	12,4 (12,7)
Max.		5,2	8,3	13,5	13,8
III. 165—174 cm	7 (14)				
Min.		3,9	7,0	11,6	11,3
Mittelz.		4,3 (4,2)	7,9 (8,2)	12,1 (12,4)	13,1 (13,6)
Max.		4,7	8,5	12,5	14,3
IV. 175—187 cm	2 (4)				
Min.		4,0	8,0	12,0	13,6
Mittelz.		4,0 (4,0)	8,0 (7,9)	12,0 (11,9)	13,7 (13,7)

Weiber erwachsen.

I. 145—154 cm	15 (13)				
Min.		3,0	6,2	10,1	11,0
Mittelz.		3,8 (3,5)	8,0 (8,3)	11,8 (11,8)	13,0 (13,8)
Max.		4,5	9,3	13,1	13,5

	Fälle	M. R.	M. L.	T.	L.
II. 155—164 cm	34 (35)				
Min.		3,2	6,4	10,4	11,5
Mittelz.		3,8 (3,5)	8,0 (8,5)	11,8 (12,0)	13,0 (13,3)
Max.		5,0	9,5	14,3	14,8
III. 165—174 cm	5 (10)				
Min.		3,2	6,5	10,8	12,0
Mittelz.		4,0 (3,9)	8,1 (8,8)	12,1 (12,7)	13,2 (13,6)
Max.		4,5	9,8	14,0	14,5

Weiber unerwachsen.

I. 145—154 cm	4 (6)				
Min.		2,5	6,5	9,0	10,5
Mittelz.		3,1 (3,5)	7,0 (7,5)	10,1 (11,0)	11,2 (12,4)
Max.		4,0	7,8	11,0	12,0
II. 155—164 cm	14 (8)				
Min.		2,8	6,5	9,0	10,5
Mittelz.		3,8 (3,5)	7,6 (8,0)	11,4 (11,5)	12,3 (13,2)
Max.		5,2	8,7	12,7	14,0
III. 165—174 cm	2 (3)				
Min.		4,0	6,6	10,6	10,6
Mittelz.		4,1 (3,4)	7,0 (7,7)	11,1 (11,1)	11,8 (12,7)
Max.		4,2	7,4	11,6	13,0

Die interessanteste und wohl wichtigste Tabelle ist Tabelle V, in der ich die Durchschnittswerte aus sämtlichen Zahlen zusammengestellt habe. In Klammern sind, wie auch in den Tabellen VI und VII, die Dietlenschen Zahlen zum Vergleich beigefügt. Wir sehen, dass die meisten Grössen um wenige Millimeter kleiner sind als beim Horizontalorthodiagramm. Es handelt sich um 0—4 mm für die Transversaldimension und um 2—9 mm für den Längsdurchmesser. Hiernach können wir sagen, dass der Unterschied so gering ist, dass er in jedem Falle die normale Schwankungsbreite nicht überschreitet.

Es geht dies noch deutlicher aus Tabelle VII hervor, in der auch die Minimal- und Maximalzahlen angegeben sind. Im übrigen soll diese wie auch Tabelle VI noch als Beweis

dafür dienen, dass in der Tat, wie dies Dietlen gezeigt hat, die Herzgrösse von der Körpergrösse bis zu einem gewissen Grade abhängig ist. Auf das Abhängigkeitsverhältnis der Herzgrösse vom Körpergewicht und Alter brauche ich nicht weiter einzugehen. Es lässt sich auch dieses aus meinem wie aus dem Dietlenschen Material ableiten.

Die HERZGRÖSSE DER KINDER ist erst in neuester Zeit Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden. Veith, der diese Arbeit ausgeführt hat, war so liebenswürdig, mir seine Resultate bereits vor der Publikation*) zur Verfügung zu stellen. Ich lasse auch diese Zahlen hier folgen. Besonders interessant und hervorzuheben ist die von Veith gefundene Tatsache, dass beim Kinde die Herzgrösse mit der Körpergrösse nicht völlig parallel ansteigt, dass das Körpergewicht allein keinen besonderen Einfluss auf die Herzgrösse ausübt und das Alter sich erst in der Pubertätszeit stärker geltend macht. Auch, was besonders bemerkenswert ist, konnte V. vor der Pubertätszeit zwischen Knaben und Mädchen keinen Unterschied in der Herzgrösse feststelleu, bei selbstverständlich sonst gleichen Verhältnissen. Endlich ist noch zu bemerken, dass im Liegen die Hauptdurchmesser des Herzens durchschnittlich um 0,5 cm grösser gefunden werden als im Sitzen. Ich bringe hier von den Zahlen Veiths nur die beiden Tabellen über die Herzmasse bei verschiedenen Grössengruppen im Liegen und Sitzen.

Tabelle VIII.

Mittelwerte der Horizontalorthodiagramme von 70 Kindern.

	M. R.	M. L.	T.	L.
I. 111—120 cm.				
Min.	2,15	5,85	8,75	9,35
Mittelz.	2,9	6,35	9,25	9,9
Max	3,4	7,0	9,8	19,55
II. 121—130 cm.				
Min.	2,25	6,0	9,2	9,9
Mittelz.	3,6	6,9	9,9	10,6
Max.	3,75	8,25	11,15	12,0

*) Die Arbeit erscheint im Jahrbuch für Kinderheilhunde, 1908.

	M. R.	M. R.	T.	L.
III. 131—140 cm.				
Min.	2,45	5,8	9,05	9,8
Mittelz.	3,3	6,9	10,2	10,9
Max.	4,3	8,05	11,6	12,0

Tabelle IX.

Mittelwerte der Vertikalorthodiagramme von 60 Kindern.

	M. R.	M. L.	T.	L.
I. 111—120 cm.				
Min.	2,2	5,4	8,4	8,6
Mittelz.	2,85	5,97	8,82	9,3
Max.	3,7	6,8	9,8	9,9
II. 121—130 cm.				
Min.	2,2	5,2	8,2	9,0
Mittelz.	3,04	6,35	9,4	10,1
Max.	3,8	7,5	10,75	11,5
III. 131—140 cm.				
Min.	2,1	6,1	8,7	9,3
Mittelz.	3,08	6,79	9,87	10,9
Max.	4,5	8,3	11,4	12,0

Wenn ich hier ausführlicher bei der Ausmessung der Orthodiagramme verweilt habe, so geschah das, weil eben immer noch ein sehr grosser, vielleicht allzu grosser Wert auf die Herzausmessung gelegt wird, und der Leser eine genaue Anleitung auch in dieser Beziehung erwarten wird. Meiner Ansicht nach liegt der besondere Wert der Ausmessung der Orthodiagramme in der Kontrolle unseres Schätzungsvermögens. Es wird jedem passieren, dass er ein Orthodiagramm als zu gross oder gar zu klein anspricht, und dass er dann bei der Ausmessung und dem Vergleich mit den Normalmassen findet, dass das Herz als normal gross bezeichnet werden muss.

Der besondere Wert der Orthodiagraphie liegt meiner Ansicht nach weit mehr in der Möglichkeit, die HERZFORM und die GESTALT DER EINZELNEN BOGEN genauer

untersuchen zu können. Ich setzte oben bei der Beschreibung des Orthodiagraphierens als selbstverständlich voraus, dass die „randbildenden Teile“ des Herzschattens bekannt sind. Wer sich für diese Frage interessiert, sei auf die zahlreichen Publikationen, in denen dieser Punkt berührt wird, verwiesen. Mit den gewöhnlich gebräuchlichen Röntgenmethoden ist die Beobachtung der einzelnen am Schattenrand sich beteiligenden Herzabschnitte schwierig, weil die Abblendung zu gering ist oder bei den graphischen Methoden die Konturen zu verwischt werden. Gerade mit Hilfe der Orthodiagraphie kann man diese Verhältnisse besonders gut studieren. Bedingung ist nur, dass man gelernt hat, sie zu beobachten. Auf dem äusserst kleinen Lichtkreis des Orthodiagraphenschirmes sieht man wundervoll die verschiedenen Pulsationen und die verschiedenen Grade der Schattenintensität der einzelnen Herzabschnitte. Hat man sich einmal daran gewöhnt, diese Unterschiede zu beobachten, so erkennt man sie auch leicht während des Orthodiagraphierens, und kann ohne Zeitverlust die Marken so setzen, dass man später auch die Bogen richtig ziehen kann. Denn die Kurven, mit denen das Orthodiagramm ausgezeichnet wird, müssen sich vollkommen von selbst ergeben. Den Eindruck „gequälter Bogen“, wie dies kürzlich behauptet wurde, machen sie bei korrekter Technik nicht.

Wir beginnen, wie gesagt, die Orthodiagrammaufzeichnung am Aortenbogen. Meist sehen wir dann die Aorta descendens schräg gegen die Wirbelsäule hin nach unten ziehen als besonders dunklen Schatten. Der zweite linke von der Pulmonalis gebildete Herzbogen ist bedeutend heller und pulsiert zwar gleichzeitig, aber schwächer als die Aorta. Alternierend mit ihm pulsiert der dritte linke Herzbogen, der normalerweise vom linken Herzohr gebildet wird, nur bei pathologisch verändertem Herzen von dem linken Vorhof. Dieser Teil des Herzschattens fällt besonders durch seine geringe Schattenintensität auf. Hierdurch können wir ihn auch vom untersten, von dem linken Ventrikel gebildeten Herzbogen unterscheiden. Seine Kontraktion geht deutlich um ein Geringes der des Ventrikelbogens voraus. An der Stelle, wo diese beiden Herzabschnitte im Schattenrand zusammentreffen, bemerken wir einen Ruhe-

punkt in der Bewegung. Am rechten Herzrand sind die Pulsationserscheinungen geringer. Hier genügt auch die Feststellung der Stelle, wo die grossen Gefässe mit dem Schattenrand des rechten Vorhofs, der sich meist noch eine Strecke weit durch diese hindurch erkennen lässt, zusammentrifft.

Wir bezeichnen die verschiedenen Bogen des Herzschattenrandes am besten rechts als rechter Vorhof- und rechter Gefässbogen, links als Aorten-, Pulmonal-, linker Vorhof- und linker Ventrikelbogen.

Bezüglich der Form des Herzschattens können wir eine ganz bestimmte Deffinition nicht geben. Im allgemeinen können wir sie als länglichoval, eiförmig bezeichnen. Meist ist die Herzsilhouette leicht schräg zur Mittellinie gestellt. Sie kann aber auch unter normalen Verhältnissen steilgestellt oder liegend sein.

Ich stimme Kraus vollkommen bei, dem die radioskopischen Formveränderungen des Herzgefässschattens bei den verschiedenen Klappenfehlern des Herzens als diagnostisch wichtiger, als die Vergrösserung an und für sich erscheinen. Hierauf ist aber bis jetzt von den Röntgenologen nur sehr wenig geachtet worden. So sagt Köhler: „und doch sind Bestrebungen, nicht so sehr die Grösse des Herzens auf den Millimeter als vielmehr die Form exakt zu analysieren, bis zur Stunde kaum hervorgetreten.“ Ausser Köhler haben sich in dieser Frage nur Santiard, Grunmach, Moritz, Destot, de la Camp und, wie erwähnt, Kraus geäussert. Wohl als erste haben Dr. Theo Groedel und der Verfasser*) auf Grund eines grossen Materials für die einzelnen Klappenaffektionen typische Herzformen aufgestellt. Hierzu wurde der Orthodiagraph benutzt und ich halte ihn vorläufig gerade zu diesem Zwecke immer noch allen anderen Methoden überlegen.

*) Theo Groedel u. Franz Groedel: „Die charakteristischen Merkmale der Herzsilhouette bei den verschiedenen Herzaffektionen“. Deutsche Naturforscher-Vers. 1907, und „Die Form der Herzsilhouette bei den verschiedenen Klappenfehlern“, Deutsches Archiv f. klin. Med. 1908, und Franz Groedel: „The Examination of the Heart by the Roentgen Rays“, Archives of the Roentgen Ray, 1908 No. 93.

Wir verlassen nun das Gebiet der Herzorthodiagraphie und wenden uns zur Besprechung der LUNGENORTHODIAGRAPHIE.

In der Literatur finden wir über die Untersuchung der Lungen mit parallelen Röntgenstrahlen nur sehr wenig. Wohl der erste, der ausführlicher hierüber berichtet, ist Jamin. Von ihm stammt auch wohl die einzige ausführlichere Beschreibung.

Bezüglich der Technik ist dem bei der Herzorthodiagraphie gesagten nichts Wesentliches hinzuzufügen. Selbstverständlich können wir auch die Lungen in jeder Körperlage orthodiagraphieren. Die Untersuchung bei vertikaler Stellung des Patienten ist aber entschieden vorzuziehen, da hier das Zwerchfell am tiefsten steht, und zwar im Sitzen noch tiefer als im Stehen, infolge der Entspannung der Bauchdecken. Dass man Lungenorthodiagramme nicht auf die Haut auftragen kann, bedarf wohl keiner Begründung. Auch der Gang der Untersuchung ergibt sich aus dem früher Gesagten. Zu bemerken ist noch, dass wir die äusseren Lungengrenzen in Exspirationsstellung, das Zwerchfell am besten in beiden Atemphasen bei ruhiger Atmung aufnehmen.

Ueber die Ausmessung der Lungenorthodiagramme hat sich Franke ausführlich geäussert. Ich möchte auch den Wert dieser Messungen nur sehr niedrig anschlagen. Immerhin ist es von Interesse, die Abhängigkeit des Höhen- vom Breitendurchmesser der Lungen zu verfolgen. Es bedarf diese Frage noch eingehender Untersuchungen. Ich glaube, dass wir durch solche Messungen auch recht wichtige Aufschlüsse über die Raumverhältnisse der Brusthöhle bei pathologischen Veränderungen der Lungen erhalten werden. Als wichtige Grössen der normalen Lunge will ich hier nur drei Zahlen anführen, wie ich sie bei einer grossen Anzahl von Messungen gefunden habe. Sie stimmen ziemlich mit den Mittelzahlen Frankes überein.

	Bei Männern.	Bei Frauen.
Höhe des linken Lungenraumes	20 cm	19 cm
Höhe des rechten Lungenraumes	19 cm	18 cm
Breitendimension der Lungen	25 cm	22 cm

Alle anderen Zahlen, besonders die Flächenmasse, halte ich für überflüssig und unsicher. Der Breitendurchmesser der Lungen lässt sich auch zum Vergleich mit dem des Herzens gut verwerten. Es scheint mir hier ein Abhängigkeitsverhältnis zu bestehen, das für die Ausmessung des Herzens wichtig ist. Ueberhaupt halte ich dafür, dass die Lungenorthodiagraphie hauptsächlich für die Diagnose von Volumsveränderungen zu benutzen ist. Auch für die Verfolgung und Aufzeichnung der Ausbreitung oder des Rückganges einer pneumonischen Infiltration ist sie sehr wertvoll, kann aber hierfür aus äusseren Gründen nicht oft angewandt werden. Dagegen ist die Aufzeichnung tuberkulöser Verdichtungen auf orthodiagraphischem Wege vorläufig noch nicht ganz einwandsfrei. Wir haben es hier meist mit sehr feinen, oft zerstreuten, erst auf der Platte sichtbaren Herden zu tun.

Besonders geeignet ist die Lungenorthodiagraphie für das STUDIUM DER NORMALEN ATMUNG und die Feststellung pathologischer Veränderungen des Atemtypus. Zu diesem Zwecke müssen wir die Zwerchfell- und Rippenbewegungen in gleicher Weise beobachten. Ich rate zunächst das Zwerchfell in Exspirationsstellung bei ruhiger Atmung, danach bei tiefer In- und Exspiration aufzunehmen. Die Rippen zeichnet man nur in den beiden extremen Stellungen bei forcierter Atmung auf, indem man den unteren Rand der hinteren für gewöhnlich allein sichtbaren Rippenbogen verfolgt. Auch in dieser Beziehung ist der Wert der Orthodiagraphie noch zu wenig erkannt und gewürdigt worden, ebenso wenig die Bedeutung der orthodiagraphischen Bestimmung der Rippenneigung.

Schwieriger, wie für die Orthodiagraphie der Thoraxorgane, liegen die Verhältnisse bei der ORTHODIAGRAPHIE DER BAUCHEINGEWEIDE.

Bei der Röntgenuntersuchung des Verdauungstraktus müssen wir bekanntlich erst künstliche Dichtigkeitsunterschiede schaffen, indem wir die für alle Untersuchungen sehr geeignete Riedersche Mahlzeit geben. Rieder selbst hat in seiner ersten Publikation über die Untersuchung des Magen-Darmkanals darauf hingewiesen, dass einwandsfreie Resultate bei

der Magenuntersuchung nur auf orthodiagraphischem Wege zu erzielen seien. Ich habe dann ein Verfahren ausgebildet, welches die Magenorthodiagraphie erst eigentlich ermöglichte.

Da bei den Abdominaluntersuchungen mit Röntgenstrahlen selbst nach Verabreichung der Wismutmahlzeit, die Schattenkontraste sehr geringgradig sind, ist es von grosser Wichtigkeit, jede Sekundärstrahlenbildung zwischen Körper und Schirm zu vermeiden. Man muss mit dem Schirm stets mög-

Abb. 25. Im Zentralstrahl verschieblicher Kompressionsschirm.

lichst nahe der Körperoberfläche sein. Um dies zu ermöglichen, habe ich einen Schirm konstruiert, wie ihn Abb. 25 zeigt, der sich während der Untersuchung in der Richtung auf den Patienten hin verschieben lässt. Dabei wird durch eine Zwangsführung ein Abweichen der Zentralmarke aus dem Zentralstrahl verhindert. Der grosse Vorteil, den ein derartiger „im Zentralstrahl verschieblicher“, auch zur Kompression benutzbarer Schirm bietet, ist ein doppelter. Erstens wird das Bild des Schirmes ganz bedeutend verschärft durch die Vermeidung der Sekundärstrahlen, die entstehen, wenn die Röntgenstrahlen die zwischen Körper und

Schirm befindliche Luftschicht passieren; ausserdem kann man bei besonders korpulenten Personen mit Hilfe des Schirmes die Weichteile beiseite drücken, wodurch das Bild wiederum deutlicher wird. Durch die Kompression wird dabei die Lage des Magens nicht verändert. Pressen wir, wie dies von anderer Seite empfohlen wird, einen grossen Schirm gegen das Abdomen, so wird der Magen flach gedrückt und horizontal gestellt. Unser Kompressionsschirm kann höchstens auf eine 5 qcm grosse Fläche des Magens einwirken und wird dessen Form daher nicht beeinflussen.

Bezüglich der Vorbereitung des Patienten für die Magenorthodiagraphie sei hier folgendes bemerkt. Der Patient soll möglichst gut ausgeleert sein und muss nüchtern zur Untersuchung kommen. Für die Wismutmahlzeit verwendet man am besten 350 g Mehlbrei, dem man 50 g mit etwas Himbeersirup und Wasser angerührtes Bismutum carbonicum*) zusetzt. Der gründlich verrührte recht warme Brei, von richtiger „breiiger" Konsistenz, wird schnell gegessen und hierauf sofort die Untersuchung vorgenommen.

Gerade für die Magenorthodiagraphie ist die Untersuchung in den verschiedenen Körperlagen und mit verschiedener Strahlenrichtung angezeigt, da wir aus dem Wechsel des Bildes mancherlei Schlüsse ziehen können. Die technischen Vorschriften entsprechen genau den für die Herzorthodiagraphie angegebenen, nur ist hervorzuheben, dass wir besonders harte Röhren anwenden.

Es sei hier kurz der Gang der Aufzeichnung des besonders wichtigen sagittalen, vertikalen Magenorthodiagrammes wiedergegeben. Ich beginne meist mit dem linken Zwerchfell, das ich von links nach rechts hin verfolge. Dann zeichne ich in umgekehrter Richtung die untere Grenze der Magenblase auf. Hieran anschliessend umfahre ich die grosse Kurvatur, den Pylorus und das dem Antrum angehörende Stück der kleinen Kurvatur. Inzwischen beginnt meist infolge der leichten, ständig mit dem kleinen Schirm ausgeübten Massage das Antrum sich abzuschnüren. Ich kann nun gleich

*) Ueber die Zulässigkeit der Verabreichung grosser Wismutdosen. Wiener klin. Rundschau 1908.

dessen Grenze gegen das Magenkorpus hin aufzeichnen. Wenn nötig, mässiere ich auch absichtlich kräftiger mit dem Schirm, um mich genau zu orientieren. Dann erst verfolge ich die kleine Kurvatur weiter nach oben bis zum Zwerchfell. Hiernach markiert man mit wenigen Punkten die linke Herzgrenze, eine kleine Strecke weit die linke laterale Lungengrenze; endlich wird noch die rechte Zwerchfellkuppe, der rechte Herzrand und die rechte Lungengrenze kurz skizziert. Jetzt wird der Induktor ausgeschaltet und in bekannter Weise der Führungsstift eingesetzt. Man überträgt nun ebenso wie bei der Herzorthodiagraphie einige Orientierungspunkte. Als solche schlage ich vor, den Proc. xyphoideus, den Nabel und das obere Ende der Symphyse. Zum Schlusse zeichne ich noch die seitlichen Körperkonturen auf, indem ich mit dem weit ausgezogenen Führungsstift an beiden Seiten des Körpers herunterfahre. Abb. 26 veranschaulicht ein fertiges Magen-Orthodiagramm.

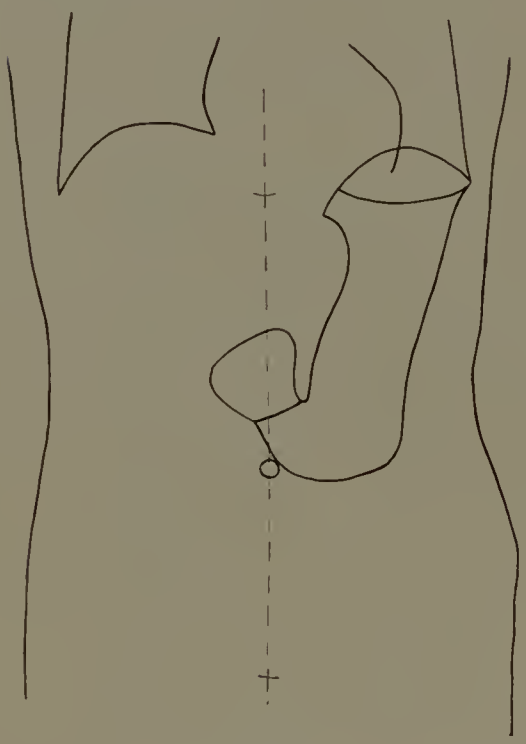

Abb. 26.
Sagittales Magenorthodiagramm.

Bezüglich der Aufnahmen in anderen Körperlagen und bei anderer Strahlenrichtung ist dem früher Gesagten nichts hinzuzufügen. Ich bringe in Abb. 27 noch ein frontales Magenorthodiagramm.

Die Ergebnisse der Magenorthodiagraphie für unsere Kenntnis der Form, Lage und Grösse des normalen Magens, seiner Beweglichkeit usw. habe ich in einer ausführlichen Arbeit*) niedergelegt. Ich habe dort auch betont, dass die Ausmessung der Magenorthodiagramme so gut

*) Zur Topographie des normalen Magens. Deutsch. Archiv f. klin. Med. Bd. 90.

wie wertlos ist. Da wir den Magen, ein häutiges dehnbares Organ, stets mit derselben Gewichts- und annähernd gleicher Volummenge ausdehnen, müssten wir stets dieselben Zahlen erhalten, wenn nicht die Raumverhältnisse des Abdomen, denen sich der Magen so ausserordentlich anzupassen versteht, in jedem Falle andere wären. Ich bringe hier nur die wichtigsten Zahlen, und betone nochmals den geringen Wert derselben.

Senkrechter Abstand des kranialen vom kaudalen Pol des Magens, Magenhöhe:

bei Männern 20 cm, bei Frauen 22 cm

Abstand des Pylorus vom kaudalen Pol, Hubhöhe des Magens:

bei Männern 8,5 cm, bei Frauen 8 cm

Abstand des kaudalen Magenpols von der Symphyse:

bei Männern 10,5 cm
bei Frauen 7,5 cm

Wie beim normalen Magen, so leistet uns auch beim pathologisch veränderten Magen die Orthodiagraphie besonders gute Dienste für das Studium der Magenform und seiner Lage. Es ist hier nicht der Ort, diese Frage ausführlicher zu behandeln und verweise ich auf meine entsprechenden Arbeiten.*)

Abb. 27. Frontales Magenorthodiagramm.

Es liegt nun der Gedanke nahe, auch den VERLAUF DES DICKDARMS mit parallelen Röntgenstrahlen zu bestimmen. Ich habe wiederholt den Versuch gemacht und bei normalem Darme auch recht gute Resultate erzielt. Bei verlagertem oder gesenktem Colon erschwert uns aber ein Umstand die Orientierung, die Projektion

*) Die röntgenologisch nachweisbaren Merkmale der Gastrektasie und der Gastroptose. Berliner klin. W. 1908. Giebt es eine Ptose? Medizin. Klinik, 1908 No. 9.

mehrerer Darmteile übereinander, so dass wir oft ausserstande sind, die Aufnahme zu vollenden.

Auch für die OESOPHAGUSUNTERSUCHUNG lässt sich die Orthodiagraphie verwenden, wenn durch pathologische Veränderungen das Wismut längere Zeit an irgend einer Stelle zurückgehalten wird. So kann man den Grad einer durch Stenose oder Spasmus der Cardia erzeugten Dilatation sehr schön feststellen. Besonders interessant ist auch die genaue Lokalisation und Grössenbestimmung von Divertikeln.

Es wäre noch manches über die Orthodiagraphie und besonders über weitere Anwendungsmöglichkeiten zu sagen. z. B. auch über die Lagebestimmung von Fremdkörpern mittels des Orthodiagraphen. Ich glaube, aber mit dem bis jetzt Mitgeteilten, das Wichtigste gebracht zu haben.

Ein Nachteil, der nicht ganz bestritten werden kann. haftet der Orthodiagraphie an: sie ist keine rein mechanische. ganz objektive Methode. Der Untersucher stellt die Zentralmarke auf den betreffenden Punkt ein. Die nötige Uebung vorausgesetzt, ist dies bei Anwendung eines zuverlässigen Apparates so exakt ausführbar, dass die mögliche Fehlerbreite kaum nennenswert ist. Diese Möglichkeit aber ganz auszuschliessen und die Methode vollkommen objektiv zu gestalten, ist das Ziel der verschiedenen ORTHOPHOTOGRAPHISCHEN VERFAHREN, zu deren Besprechung wir nunmehr übergehen.

Die erste derartige Methode wurde von Immelmann angegeben. Die ORTHOPHOTOGRAPHIE, wie er sie zusammen mit seinem technischen Assistenten Lepper erdachte, kann in jeder Körperlage, mit jedem Orthodiagraphen ausgeführt werden. Man befestigt auf der Brust des Patienten in der Herzgegend eine photographische Platte (18:24 cm) oder einen Film, der zwischen zwei Verstärkungsschirmen liegt und bringt den Patienten in die richtige Position, wie zur Aufnahme des entsprechenden Orthodiagrammes. Bei Atemstillstand umfährt man mit kleiner Blende (1,5 cm) zunächst den linken Herzrand (etwa in 15 Sekunden), indem man auf dem Schirme den Weg der Zentralmarke verfolgt. Dann schaltet man die Röhre für einen Moment aus und

nimmt nach kurzer Pause in derselben Weise den rechten Herzrand wieder bei Atemstillstand auf. Rieder hat das Verfahren dahin modifiziert, dass zunächst ein Orthodiagramm auf einem vor der Brust des Untersuchten aufgespannten Papier aufgenommen wird. Erst hiernach wird die Platte hinter das Papier gebracht und nun bei verdunkeltem Raume in gleicher Weise exponiert, wobei die Röhre derart bewegt wird, dass der Schreibstift die Kurven des vorgezeichneten Orthodiagrammes nachfährt. Das Resultat dieser immerhin schwierigen Untersuchung ist ein orthodiagrammartiger Ausschnitt aus einem Herzphotogramm mit wenig scharfen Rändern. Gillet hat daher auch vorgeschlagen, eine grosse für Röntgenstrahlen halbdurchlässige Blende aus Aluminium mit einer eigentlichen Blendenöffnung von 5 mm zu benutzen, um eine bessere Orientierung zu ermöglichen. Auf jeden Fall ist der Immelmannsche Vorschlag „eine der originellsten und brauchbarsten Ideen, die jemals in der Röntgenwissenschaft aufgetaucht sind“ (Köhler), schon deshalb sehr wertvoll gewesen, weil auf ihm die späteren Verfahren basierten. Ich will nicht weiter auf die Fehlerquellen der Methode eingehen. Die Hauptsache ist, dass der einzige Nachteil der Orthodiagraphie, ihre Abhängigkeit von der Technik und dem Röntgen-Sehvermögen des Arztes (von seiner Subjektivität) nicht beseitigt wird. Auch bei der Immelmann'schen Orthophotographie leitet der Untersucher den Zentralstrahl. Die photographische Platte zeichnet also so, wie der Untersucher sieht.

Ein wirklich mechanisches, objektives, orthophotographisches Verfahren hat erst Albers-Schönberg als SPALTBLENDENAUFNAHMEN beschrieben. Er benutzt eine senkrecht stehende Schlitzblende, vor der der Patient vorbeibewegt wird. Der Kranke sitzt auf einem Stuhl, vor der Brust die Kassette, und wird durch Drehen einer Spindel in jedem beliebigem Tempo vor dem Schlitz vorbeigezogen. Derartige Bilder unterscheiden sich äusserlich kaum von den gewöhnlichen Photographien. Es lässt sich experimentell aber leicht nachweisen, dass die sämtlichen Querdurchmesser der dargestellten Organe der Wirklichkeit entsprechen. Dagegen

werden die Längsmasse natürlich nicht korrekt, sondern wie immer verzeichnet. Will man auch die Längsdurchmesser bestimmen, so muss man eine zweite Aufnahme machen, bei der man den horizontalen Schlitz durch Bewegen der Blende von oben nach unten wandern lässt. So wäre der einzige Nachteil dieses Verfahrens die Kostspieligkeit und die Notwendigkeit, zwei Aufnahmen zu machen.

Haenisch hat die Albers-Schönbergsche Methode für Aufnahmen im Liegen ausgestaltet. Der von ihm konstruierte Apparat ist ein Tisch mit trochoskopartig verschieblicher Röhre und querverschiebbarer Tischplatte. Auch mit dieser Vorrichtung erhält man bei 10—13 mm breitem Blendenspalt und einer Expositionsdauer von 20 bis 30 Sekunden sehr schöne Bilder mit exakten Breitendurchmessern.

Ich habe für die Albers-Schönbergschen Spaltblendenaufnahmen den Orthodiagraphen benutzt. Für Vertikalaufnahmen und Horizontalaufnahmen wird in gleicher Weise eine Platte an der Fixiervorrichtung vor dem Patienten befestigt und der Wagen bei arretierter Rotationsachse von links nach rechts langsam verschoben.

Ein Verfahren, das gegenüber den bis jetzt beschriebenen den Vorzug der einfacheren Ausführung hat, ist die TELERÖNTGENOGRAPHIE, wie Grashey die von Köhler zuerst ausgebildete Fernphotographie nennt.

Wohl in den meisten Lehrbüchern der Röntgentechnik finden wir Hinweise darauf, dass Röntgenphotogramme, aus grösserer Entfernung (etwa 1 m) aufgenommen, den wirklichen Grössenverhältnissen des Herzens ziemlich nahe kommen. Köhler hat für seine Aufnahmen einen Röhrenabstand von 150 bis 200 cm gewählt. Es gelang ihm selbst aus so grosser Entfernung schöne Bilder ohne Verstärkungsschirme in 30 bis 40 Sekunden herzustellen; er nennt sie in seiner ersten Publikation fast orthodiagraphische Herzphotogramme.

Ueber die Verzeichnung des Herzschattens in den Fernaufnahmen sagt er: „Nehmen wir einmal an, die Herzspitze sei bei einem Erwachsenen 4 cm von der Brustwand und 8 cm von der mittleren Sagittalebene entfernt. Genau mathe-

matisch berechnet, würden diese 8 cm bei senkrecht über der Wirbelsäule in 1 m Entfernung von der Platte befindlichem Fokus 3,3 mm, bei 1½ m Entfernung um 2,1 mm und bei 2 m Entfernung nur um 1,6 mm vergrössert projiziert. Letztere Differenz entspricht der Breite eines mit grobem Stifte gezogenen Striches."

Trotz dieses nicht hoch genug anzuschlagenden Vorteils der Teleröntgenogramme hat die Methode merkwürdig wenig Anhänger gefunden. Nur Albers-Schönberg hat sich bei verschiedenen Gelegenheiten über sie geäussert. Zugleich hat er die Anwendung langer Rohrblenden, später eine Pyramidenblende, vorgeschlagen und auch sonst Winke für die Herstellung horizontaler und vertikaler Fernaufnahmen gegeben. Der Grund, warum das Verfahren wenig Anklang fand, lag wohl an den technischen Schwierigkeiten. Ich war stets überzeugt, dass die Teleröntgenographie, wenn wir erst einmal die Expositionszeit abkürzen könnten, allgemeine Anwendung finden würde.

Die Expositionszeiten für Röntgenphotographien überhaupt, und besonders bei der Teleröntgenophotographie wesentlich abzukürzen, ist mir in der Tat gelungen. Zwar haben Rieder und Kästle, die mit dem Rosenthalschen Spezialinstrumentarium für Momentaufnahmen arbeiteten, mitgeteilt, dass sie Fernaufnahmen in 5—15 Sekunden herzustellen vermögen. Durch gemeinsame Untersuchungen mit Ingenieur Horn*) konnte ich aber nachweisen, dass man mit jedem guten Instrumentarium bei Benutzung hoher Stromstärken dasselbe und mehr wie mit einem Spezialinduktorium erzielen kann. Wir benutzten damals 110 Volt und 50 Ampère, und konnten tadellose Teleröntgenogramme des Thorax schon bei einer Expositionszeit von zwei Sekunden herstellen. Später machten wir unsere Aufnahmen bei Verwendung von 220 Volt und 60 Ampère bereits in einer Sekunde. Auf dem letzten Röntgenkongress haben wir eingehender über unsere Untersuchungen berichtet und den Beweis erbracht, dass jedes

*) Ueber Röntgenmomentaufnahmen mit den bisher gebräuchlichen Apparaten. Münchener med. W. 1908 Nr. 11.

belastungsfähige Instrumentarium für derartig kurze Expositionen geeignet ist.

Ich benutze für die Teleröntgenographie eine Vorrichtung, die ich ursprünglich für Nahaufnahmen bauen liess. In Abb. 28 erkennt man ein an der Wand befestigtes Gestänge, an dem sich ein Kassettenhalter leicht in der Höhe verstellen lässt. Der Kassettenhalter kann um 90° gedreht werden, sodass man bequem Hoch- und Queraufnahmen machen kann. Weiter sieht man einen Wandarm, der sich nach Gebrauch nach der Wand hin umklappen lässt. An seinem vorderen Ende hängt ein Röhrenschutzkasten, der durch einen Zahntrieb in gleiche Höhe wie die Kassette eingestellt werden kann. Für gewöhnlich beträgt der Röhrenabstand von der Platte 60 cm. Der Wandarm lässt sich aber auch teleskopartig auf 2 m ausziehen, sodass man dann Fernaufnahmen mit der Vorrichtung bequem ausführen kann. Für verschiedene Entfernungen sind Einsteckblenden von genau berechneter Blendenöffnung vorgesehen.

Eine Röhre, die sich mir für die kurzen Expositionen bei hoher primärer Belastung sehr gut bewährt hat, ist die Gundelach-Patentröhre. Es werden aber wohl die meisten der im Gebrauch befindlichen Röhren ebenfalls die hohe Belastung vertragen. Ich benutze Schleussnerfilms, die besonders schön gedeckte Bilder liefern, und zwei Verstärkungsschirme. Als Entwickler eignet sich am besten Metol-Hydrochinonentwickler.

Auch Teleröntgenogramme in den schrägen und queren Durchmessern habe ich bei verhältnismässig kurzer Expositionszeit aufgenommen. Die ersten derartigen Bilder habe ich im ärztlichen Verein in München am 1. April 1908 demonstriert. Abb. 29 soll die Anordnung der Aufnahmevorrichtung veranschaulichen, wie ich sie für die Aufnahme in den schrägen Durchmessern benutze, während Abb. 30 die Aufnahme eines Frontalphotogrammes zeigt.

In der folgenden Tabelle habe ich die mittleren Expositionszeiten für Teleröntgenogramme des Herzens*) zusammengestellt. Zum Vergleich gebe ich auch die Expositionszeiten entsprechender Nahaufnahmen.

*) Magenfernaufnahmen bedürfen etwas längerer Expositionszeiten. Ich glaube aber, dass sie den Nahaufnahmen gegenüber keine praktisch wichtigen Vorteile bieten.

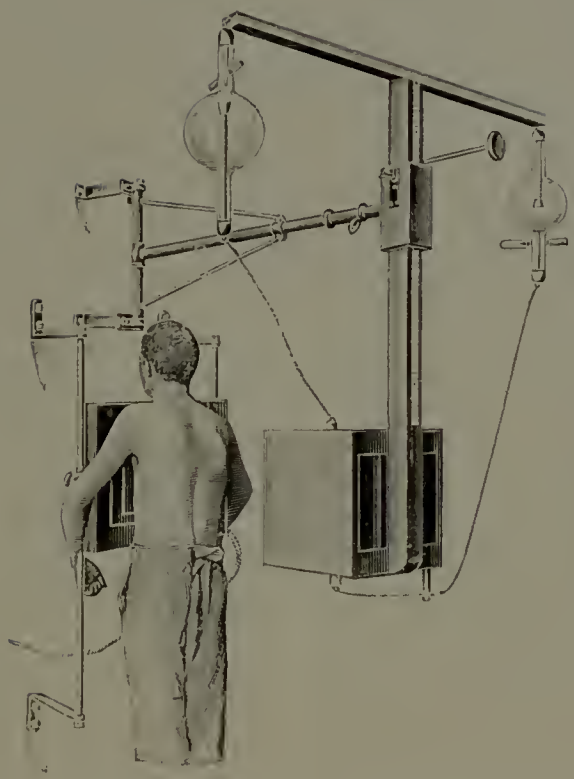

Abb. 28. Vorrichtung für Thorax und Abdomen-Aufnahmen im Stehen oder Sitzen.

Abb. 29. Aufnahme im schrägen Durchmesser.

Abb. 30. Frontalaufnahme.

Abb. 31. Thoraxröntgenogramm eines 17jähr. kräftigen jungen Mannes. $^1/_{15}$" Expositionszeit bei 110 Volt und 50 Ampère. Schleussnerfilm mit zwei Verstärkungsschirmen.

Abb. 32. Teleröntgenogramm desselben Falles bei 2 m Röhrenabstand. Expositionszeit 1" bei 220 Volt und 50 Ampère.

Tabelle X.

Herzphotogramme	110 Volt, 50 Ampère			220 Volt, 60 Ampère		
	sagittal	schräg	frontal	sagittal	schräg	frontal
Nahaufnahmen 60 cm	1/10″	1/3″	1/5″	1/20″	1/6″	2/5″
Fernaufnahmen 200 cm	2″	3 1/2″	8″	1″	1 3/4″	4″

Derartig kurze Expositionszeiten müssen natürlich das Anwendungsgebiet der Teleröntgenographie ganz bedeutend erweitern. Es fragt sich, welche Vorteile bieten die Ferngegenüber den Nahaufnahmen? Dass wir sie jemals so allgemein zur Ausmessung der Herzgrösse benutzen können, wie die Orthodiagraphie, das scheint mir aus verschiedenen Gründen nicht wahrscheinlich. Allerdings erhalten wir bei 2 m Abstand der Röhre von der Platte fast keine Verzeichnung mehr. Ich gebe hier die Köhlersche Tabelle wieder, aus der die Zahlen für die verschiedenen Entfernungen zu entnehmen sind.

Tabelle XI.

Verzeichnung der Herzspitze in mm bei 150 cm Röhrenabstand.

A*)	Entfernung der photograph. Platte von der Herzspitze				
	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm
7 cm	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9
8 cm	2,1	2,7	3,3	3,9	4,5
9 cm	2,4	3,1	3,7	4,4	5,0
10 cm	2,7	3,4	4,1	4,8	5,6
11 cm	3,0	3,7	4,5	5,3	6,1

Tabelle XII.

Verzeichnung der Herzspitze in mm bei 200 cm Röhrenabstand.

A*)	Entfernung der photograph. Platte von der Herzspitze				
	4 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm
7 cm	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9
8 cm	1,6	2,0	2,4	2,9	3,3
9 cm	1,8	2,3	2,7	3,2	3,7
10 cm	2,0	2,5	3,0	3,6	4,1
11 cm	2,2	2,8	3,4	3,9	4,5

Auch die Abb. 31 und 32 werden den Unterschied zwischen den Aufnahmen mit 60 cm Röhrenabstand und den Teleröntgenogrammen deutlich erkennen lassen. Es ist aber

*) A = Entfernung der Herzspitze von der mittleren Sagittalebene des Körpers.

keineswegs leicht, die Fernaufnahmen auszumessen. Vor allem vermissen wir sehr oft einen scharfen Rand des Herzschattens, da auch bei 1 Sekundenaufnahmen die Pulsationen noch die Bildschärfe stören. Ausserdem ist die Darstellung der Mittellinie im Teleröntgenogramme sehr schwierig. Der Längsdurchmesser lässt sich verhältnismässig leicht darstellen. Die Transversaldimension messe ich in folgender Weise. Ein rechtwinklig gebogener Massstab wird auf die Rückseite des Films aufgelegt. Von der grössten Konkavität des rechten Herzrandes aus messe ich 4 cm ab und ziehe dann mit Fettstift eine Linie entlang dem rechtwinklig gebogenen Teil des Massstabes, der möglichst in die Richtung der vermutlichen Mittellinie eingestellt ist. Dann messe ich den grössten Abstand des linken Herzrandes von dieser Linie und zähle 4 cm hinzu. Es ist auch dieses Verfahren ungenau, aber wenigstens einfach.

Wenn also auch die technischen Schwierigkeiten der Fernaufnahmen jetzt behoben sind, so ist doch die Zeichnung eines Orthodiagrammes immer noch bedeutend leichter und schneller ausführbar, seine Ausmessung sicherer und seine Herstellung gegenüber einer kostspieligen Photographie fast ohne Unkosten möglich. Den Einwand, dass die Orthodiagraphie besondere Uebung voraussetze, kann ich nicht gelten lassen, Auch die Perkussion muss erlernt werden, will man sichere Resultate erhalten. Der Ansicht Koehlers, dass die Teleröntgenographie die einzelnen Herzabschnitte resp. die einzelnen Herzbogen besser erkennen lasse, kann ich ebenfalls nicht beistimmen. Allerdings kann man bei genügender !! Technik die Fernaufnahmen so gut herstellen, dass wir die Bogen des Herzrandes deutlich erkennen. So scharf wie bei Nahaufnahmen, die ich in $^1/_{10}$ bis $^1/_{20}$ Sekunden aufnehme, werden sie aber doch nie. Dagegen können wir sie während des Orthodiagraphierens am allerdeutlichsten erkennen und aufzeichnen. Es gehört hierzu nur, wie gesagt, eine harte Röhre und starke Abblendung, und als Wichtigstes, die Gewohnheit, die verschiedenen Pulsationen und verschiedenen Schattenintensitäten des Herzschattenrandes schnell und sicher zu deuten. Aber in einer Beziehung sind die Teleröntgenogramme sehr wertvoll: Für die korrekte Projektion der Thoraxorgane mit

schräg und frontal auffallenden Strahlen. Derartige Photographien sind äusserst instruktiv und vermögen uns besser über die Topographie der Brustorgane Aufschluss zu geben, wie die entsprechenden Nahaufnahmen.

Ziehen wir, am Schlusse unserer Ausführungen angelangt, einen Vergleich zwischen den verschiedenen besprochenen Methoden, so können wir sagen:

Die ORTHODIAGRAPHIE ist ein technisch exakt ausgebautes Verfahren, welches uns gestattet, das Herzschattenbild mit parallelen Strahlen aufzuzeichnen. Die Orthodiagraphie ist nicht schwer zu erlernen, unsere Resultate werden aber um so zuverlässiger, je mehr Uebung wir haben. Bei den verschwindend geringen Unkosten der einzelnen Aufnahmen sind wir in der Lage, die Orthodiagraphie eben so oft wie etwa die Perkussion zu wiederholen und so unseren Befund stets wieder zu kontrollieren. Die Herzgrösse kann mittels der Orthodiagraphie einwandsfrei festgestellt werden. Ebenso kann die Form des Herzschattens und die Gestalt der einzelnen Herzbogen, der bis jetzt vernachlässigte, aber wohl wichtigste Punkt der Herz-Röntgendiagnostik, bei geeigneter Technik mit Leichtigkeit festgestellt werden. Dabei hat die Orthodiagraphie den photographischen Methoden gegenüber den Vorzug der Möglichkeit, die Pulsationen der einzelnen Herzabschnitte gleichzeitig zu beobachten.

Die ORTHOPHOTOGRAPHISCHEN VERFAHREN sind technisch schwierig. Unter ihnen hat die Immelmannsche Methode der Orthodiagraphie gegenüber keinen Vorteil, da sie nicht objektiver wie diese ist.

Die SPALTAUFNAHMEN nach Albers-Schönberg und Haenisch ergeben einwandsfreie Resultate und sind als Kontrolle der Orthodiagraphie sehr wertvoll, ohne diese infolge der Umständlichkeit und Kostspieligkeit ihrer Herstellung ersetzen zu können.

Die Köhlersche TELERÖNTGENOGRAPHIE ist der beste und dabei einfachste Ersatz der Orthodiagraphie. Auch die Fernaufnahmen sind wertvoll als Kontrolle der Orthodiagraphie, besonders, nachdem ihre Herstellung nun bei kürzerer Expositionszeit möglich ist. Aber auch sie können aus den

eben erwähnten Gründen niemals die Orthodiagraphie ganz ersetzen. Ausserdem scheint mir die Orthodiagraphie für die Beobachtung der Herzformen vorläufig noch geeigneter zu sein. Der besondere Wert der Fernaufnahmen liegt in ihrer korrekten Projektion, was besonders für die Aufnahmen im schrägen oder queren Durchmesser gilt.

Literatur über Orthoröntgenographie.

Albers Schönberg. Zur Technik der Orthoröntgenographie. Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. IX. H. 3.

— Ueber das Röntgenverfahren in der inneren Medizin mit besonderer Berücksichtigung des Herzmessverfahrens nach Moritz. Aerztl. Ver. Hamburg 21. X. 1902.

— Eine neue Methode der Orthodiagraphie. II. Röntgenkongress 1906.

— Eine neue Methode der Orthophotographie. Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. IX. H. 6.

— Die Bestimmung der Herzgrösse mit besonderer Berücksichtigung der Orthophotographie (Distanzaufnahme. Teleröntgenographie). Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. XII. H. 1.

Behn. Einrichtung zur Aufzeichnung des mit senkrechtem Röntgenstrahl hergestellten Herzschattens auf die Körperoberfläche zum Vergleich mit Perkussionsbefunden. Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. IV. H. 1.

Franke. Die Orthodiagraphie. J. F. Lehmann, München 1906.

Franze. Orthodiagraphie. Britisch med. Journ. No. 2432. 1907.

— Orthodiagraphische Praxis. Otto Nemnich, Leipzig 1906.

— Durchsichtige Zeichenebene f. Orthodiagraphie. 24. Kongress f. innere Med. 1907.

Gillet. Ueber Fehlerquellen der Orthoröntgenographie. Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. IX. H. 6.

Groedel III. Vorrichtung zur direkten und gemeinsamen Aufzeichnung des Orthodiagrammes und der Orientierungspunkte des Körpers auf eine ebene Fläche. II. Röntgenkongress 1906.

— Zur Ausgestaltung der Orthodiagraphie. Münchner med. W. 1906 No. 17 und Kongress für innere Medizin, München 1906.

— Ein selbstzentrierender Röntgenröhrenhalter. Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. XI. H. 3.

— Ortho-Röntgenographie. Archives of the Röntgen-Ray. 1907. No. 88 und 89.

— Die Ausgestaltung der Riederschen Röntgen-Wismutmethoden für Magenuntersuchungen. Die Magenorthodiagraphie. III. Röntgenkongress 1907.

Groedel III. Die Verwendung der Röntgenstrahlen zur Diagnose der Magenkrankheiten und zum Studium der Morphologie und Physiologie des Magens. Münchner med. W. 1907. No. 22.

— The Röntgen-Ray Examination of the Digestive Tract. Archives of the Röntgen-Ray 1907. No. 87.

Groedel III und Horn. Ueber Röntgenmomentaufnahmen mit den seither gebräuchlichen Apparaten. Münchner med. W. 1908. Nr. 11.

Grunmach und Wiedemann. Ueber die aktinoskopische Methode der exakten Bestimmung der Herzgrenzen. Deutsch. med. W. 1902. No. 34.

Guilleminot. Ueber einige Vorrichtungen zur Durchleuchtung des Körpers und zur Grössenbestimmung der Organe. Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. V. H. 3.

— Radiographie et Radioskopie cliniques de précision. La radiographie 1900. No. 38.

— Les projections orthogonales radioscopiques. Arch. d'élect med. 1902.

— Etude du diaphragme par l'orthodiagraph Compt. rend. de l'acad, T. CXLI. No. 4.

— Etude des côtes par l'orthodiascopie. Compt. rend. de l'acad des scienness. T. CXLI. No. 3.

Guttmann. Ueber die Bestimmung der sog. wahren Herzgrösse mit Röntgenstrahlen. Berl. militärärztliche Hes. 21. IV. 1906.

— Ueber die Bestimmung der wahren Herzgrösse mittels Röntgenstrahlen. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 58. H. 5 u. 6.

Haenisch. Ein neuer Apparat zur Orthophotographie, zugleich Trochoskop und Aufnahmetisch. Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. XI. H. 2.

— Orthophotographie. III. Röntgenkongress 1907.

— Ein neuer Apparat zur Orthophotographie mit horizontaler Lagerung. Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. IX. H. 6.

Herz. Zur Orthodiagraphie des Herzens. Wiener klin. W. 1907. No. 42.

Hoffmann. Ein Apparat zur gleichzeitigen Bestimmung der Herzgrenzen in Verbindung mit den Orientierungspunkten und Linien der Körperoberfläche. Zentralblätter f. innere Med. 1902. 19.

Janin. Untersuchung der Lungen mit Röntgenstrahlen. Physikal. med. Societät Erlangen 18. VII. 06

Immelmann. Ueber die Orthophotographie des Herzens. Berl. klin. W. 1905. 15.

— Ueber die Orthophotographie des Herzens. I. Röntgenkongress 1905.

— Orthophotographie der Aneurysmen und Mediastinaltumoren. Freie Verein. der Chirurgen Berl. 22. Okt. 1906.

Karfunkel. Bestimmungen der wahren Lage und Grösse des Herzens und der grossen Gefässe mit Röntgenstrahlen. Schlesische Ges. f. vaterländische Kultur. Breslau 29. III. 1901.

Köhler. Technik der Herstellung fast orthodiagraphischer Herzphotogramme. Wien. klin. Rundschau 1905. No. 16.

— Teleröntgenographie des Herzens. Deutsche med. W. 1908 No. 5.

Köhler. The theory and technik of Teleroentgenographie of the heart. Archives of the Roentgen Ray. April 1908.

Levy-Dorn. Zur Untersuchung des Herzens. 17. Kongress f. innere Med. 1899.

— Zur röntgenoskopischen Dermographie. 19. Kongress f. innere Med. 1901.

— Ein neues orthodiagraphisches Zeichenstativ. Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. VIII.

— Zur zweckmässigen Untersuchung der Brust mit Röntgenstrahlen. Deutsche med. W. 1900. No. 35—37.

Du Mesnil de Rochemont. Zur Methodik der Herzausmessung mittels des Orthodiagraphen. Festschrift (v. Rindfleisch).

Moritz. Eine Methode, um beim Röntgenverfahren aus dem Schattenbilde eines Gegenstandes dessen wahre Grösse zu ermitteln (Orthodiagraphie) und die exakte Bestimmung der Herzgrösse nach diesem Verfahren. Münchner med. W. 1900, No. 15 und 29.

— Röntgenuntersuchung des Herzens. 19. Kongress f. innere Med 1901.

— Methodisches und Technisches zur Orthodiagraphie. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 81.

— Ueber die Bestimmung der sog. wahren Herzgrösse mittels Röntgenstrahlen. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 59. H. 1.

— Ueber Tiefenbestimmung mittels des Orthodiagraphen und deren Verwendung, um etwaige Verkürzungen bei der Orthodiagraphie des Herzens zu ermitteln. Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. VII.

Rieder. Die Orthoröntgenographie des menschlichen Herzens. Arch. f. physik. Med. und med. Technik, Bd. II, H. 1

Rieder und Raestle. Neue Ausblieke auf die weitere Entwicklung der Röntgendiagnostik. Münchner med. W. 1908, No. 8.

Variot et Chicotot. Une méthode de mensuration de l'aire du coeur par la radiographie. Comptes-rendus 27. VI. 1898.

— Radiographie des Herzens. Société médicale des hôpitaux. 11. V. 1900.

Walshan und Daly. Orthodiagraphie. 75. Vers. d. britisch. Medical. Assoc. 1907.

Williams. A method for more fully determining the outline of the heart by means of the fluoreseope together with other uses of the instrument in medieine. Boston med. and, surg. Journal. 1896.

Meisenbach Riffarth & Co., München.

TIGHT
GUTTERS.